

## ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *CENTRUROIDES ORNATUS* (SCORPIONES: BUTHIDAE) EN LA CUENCA DE CUITZEO, MICHOACÁN, MÉXICO

Ana F. Quijano-Ravell<sup>1\*</sup> & Javier Ponce-Saavedra<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas. Opción en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio R, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México — [italyan18@gmail.com](mailto:italyan18@gmail.com)

<sup>2</sup> Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz", Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio B-4, 2<sup>do</sup> piso. Ciudad Universitaria, 58060 Morelia, Michoacán, México.

**Resumen:** Se presentan estimaciones de densidad y biomasa así como la actividad superficial de *Centruroides ornatus* Pocock, a partir de datos de campo tomados durante un año en dos localidades de la cuenca del lago de Cuitzeo en el estado de Michoacán, México. Se hizo un muestreo por localidad y estación del año con un esfuerzo de captura de 4.5 horas/persona aplicando el método de captura-recaptura simple de Lincoln-Petersen dentro de un cuadrante de 1000 m<sup>2</sup> en cada población. Las mayores densidades registradas en ambos sitios fueron en época de primavera, con 314 y 1094 hembras/ha y 174 y 625 machos/ha así como 523 y 1251 juveniles/ha para el cerro "El Águila" y "Chehuayito" respectivamente. El peso promedio para hembras fue de 0,40 ± 0,11 g; 0,32 ± 0,09 g para machos y 0,13 ± 0,12 g para juveniles en el cerro "El Águila" y 0,36 ± 0,24, 0,29 ± 0,09 y 0,14 ± 0,11 respectivamente en "Chehuayito" con diferencia estadística entre categorías ( $p < 0.001$ ). Entre sitios no hubo diferencia estadística al comparar las categorías ( $p > 0,05$ ). La actividad superficial más alta registrada para ambos sitios fueron "reposo" y "acecho".

**Palabras clave:** fluctuación, densidad, proporción sexual, actividad superficial

### Population structure of *Centruroides ornatus* (Scorpiones: Buthidae) in the Cuitzeo Basin, Michoacán.

**Abstract:** Estimates of density and biomass as well as surface activity of *Centruroides ornatus* Pocock are presented. The field data were obtained during a year in two localities in the Lake Cuitzeo basin in the state of Michoacán, México. Sampling was made with the method of simple capture-recapture of Lincoln-Petersen in a quadrant of 1000 m<sup>2</sup> in each population by locality and season of the year. The capture effort used was 4.5 person-hours. The greatest densities recorded at both sites were during the spring with 314 and 1094 females/ha; 625 and 174 male/ha as well as 523 and 1251 juveniles/ha for "El Águila" hill and "Chehuayito" respectively. The average weight for females was 0.40 ± 0.11g, 0.32 ± 0.09g for males and 0.13 ± 0.12g for juveniles in "El Águila" hill site while in "Chehuayito" the average weight for females was 0.36 ± 0.24, 0.29 ± 0.09 for males and 0.14 ± 0.11 for juveniles, with significant statistical difference between categories ( $p < 0.001$ ), but no statistically significant difference between sites. The highest surface activities for both sites were "resting" and "stalking".

**Key words:** fluctuation, density, sex ratio, surface activity.

## Introducción

En los últimos años el estudio sobre aspectos ecológicos de los alacranes se ha incrementado con especies de diferentes familias. Se han hecho estimaciones de densidad que sugieren que las poblaciones de escorpión son muy densas en ciertos hábitats, como los desiertos y los bosques tropicales (Bradley, 1986; Polis, 1990). No obstante, hay muchos parámetros, además del hábitat, que pueden afectar la densidad de las poblaciones, como la competencia inter e intraespecífica, la influencia de factores abióticos, la disponibilidad de presas y la presencia (o ausencia) de especies de escorpiones simpátricas; así como la disponibilidad de refugios (Polis, 1990; Brown *et al.*, 2002; Ponce-Saavedra, 2003; Castilla & Pons, 2007; Kaltsas & Mylonas, 2007; Prendini, 2008; Quijano-Ravell *et al.*, 2011, 2012a, 2012b; Nime *et al.*, 2014).

La biomasa, que es un factor importante a considerar en los análisis de poblaciones, ha sido muy poco abordada en los estudios ecológicos. La biomasa de la población está directamente relacionada con la alimentación de la especie, la cual puede variar de un mes a otro dentro de la misma población (Polis, 1980; Bradley, 1982; 1983; Kaltsas *et al.*, 2006). La alimentación puede estar asociada con los cambios estacionales (temperatura y precipitación) que afectan la disponibilidad de presas y el éxito de forrajeo de los escorpiones; así mismo, el aumento de la actividad sugiere un aumento en el riesgo de depredación. Algunos trabajos sugieren que la vegetación es importante para el éxito de forrajeo de los alacranes ya que la

captura de presas dentro de la vegetación puede reducir el riesgo de ser depredado (Castilla & Pons, 2007; Brown & O'Connell, 2000). Los escorpiones son ecológicamente importantes en hábitats áridos y tienen el potencial de afectar fuertemente la dinámica y la estructura de la comunidad, especialmente entre los artrópodos (Polis, 1990; Ponce-Saavedra, 2003; Yamashita, 2004; Quijano-Ravell *et al.*, 2012a, 2012b).

La proporción sexual registrada para la mayoría de las especies no partenogénicas de las que se ha estimado este atributo poblacional es 1:1 (Polis & Sissom, 1990). En las especies simpátricas de las que se tienen estudios, la proporción sexual presenta valores distintos para cada especie, con valores desde 1:0,32 hasta 1:8,64; pero siempre siendo mayor la proporción de hembras (Araujo *et al.*, 2010). Los estudios indican que este atributo está estrechamente relacionado con la época de captura (reproducción, parto, reclutamiento, competencia interespecífica), siendo más activas las hembras la mayor parte del año (Polis & Sissom, 1990; Polis & Farley, 1979; Ponce-Saavedra, 2003; Nime *et al.*, 2014).

El conocimiento que hasta ahora se tiene sobre la estructura de edades sugiere que en los diferentes ecosistemas la estructura es reflejo de los diferentes hábitos de las especies, más que su abundancia relativa en el área de estudio, ya que la estructura poblacional es influenciada en gran medida por los factores ambientales y conductuales de los organismos

(Carlson & Rowe, 2009; Araujo *et al.*, 2010; Quijano-Ravell *et al.*, 2012a, 2012b). El patrón de actividad de los adultos, al diferir con el de los juveniles evita la depredación por canibalismo de los jóvenes en épocas de reclutamiento. En general el comportamiento de las especies presentan similitudes en cuanto al aumento de individuos por categorías de edades dependiendo de la época de colecta, así en épocas reproductivas habrá mayor captura del macho (vagando para buscar pareja) que en cualquier otra época del año (Polis, 1990; Kaltsas & Mylonas, 2007; Shehab *et al.*, 2011; Araujo *et al.*, 2010).

La actividad superficial puede estar estrechamente relacionada con los ciclos reproductivos, época en la que tanto hembras como machos alcanzan su máxima actividad y está fuertemente asociada a los patrones de lluvia y altas temperaturas, debido a que es cuando hay mayor abundancia de alimento. La actividad de los alacranes en general va disminuyendo gradualmente hacia la temporada de frío y posteriormente aumenta progresivamente con el incremento de la temperatura (Angilleta *et al.*, 2004; Yamashita, 2004; Araujo *et al.*, 2010; Nime *et al.*, 2013, 2014); aunque en climas tropicales este patrón no es claro. Se debe considerar que la información también depende de los métodos de colecta que se empleen, siendo por ejemplo los escorpiones vágiles más susceptibles a caer en trampas de caída que las especies fosoriales o arbóreas que tienen bajas tasas de actividad y movimiento sobre el suelo (Polis & Farley, 1979; Brown *et al.*, 2002; Ponce-Saavedra, 2003; Ponce-Saavedra *et al.*, 2006; Kaltsas & Mylonas, 2007; Cala-Riquelme & Colombo, 2011; Quijano-Ravell *et al.*, 2012a, 2012b).

La preferencia del microhábitat se ha estudiado en diferentes especies de alacranes; los resultados sugieren 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 que tan estrecha puede ser la relación existente entre la mayoría de las especies y las especies vegetales que componen las comunidades que habitan. Los estudios sugieren que hay poca selectividad y que pueden explotar diferentes tipos de vegetación (Koch, 1977; Bradley, 1986; Ponce-Saavedra, 2003). Para los desiertos de California, Baja California y Namibia, los escorpiones desempeñan un papel clave en los procesos de fragmentación biológica, en los ciclos de los nutrientes y en la dieta de otros organismos consumidores, particularmente vertebrados (Bradley, 1986; Polis, 1980; Polis & McCormick, 1986; Brown & O'Connell, 2000; McReynolds, 2004, 2007, 2008, 2009; Yamaguti & Pinto-Da-Rocha, 2006; Szilagy-Zecchin *et al.*, 2012; Nime *et al.*, 2013).

El género *Centruroides* Marx de la familia Buthidae, es el único de importancia médica en México; sin embargo, hay grandes lagunas de conocimiento en cuanto a su diversidad, distribución y factores asociados a la misma (Ponce-Saavedra, 2003). Se tienen estudios sobre unas cuantas especies como: *C. vittatus* (Say), *C. balsasensis* Ponce-Saavedra y Francke, *C. limpidus* (Karsch), *C. tecomanus* Hoffmann, *C. exilicauda* (Wood) y *C. margaritatus* (Gervais) (Polis, 1990; Brown *et al.*, 2002; Yamashita, 2004; Ponce-Saavedra, 2003; Ponce-Saavedra & Vázquez, 2007). Las estimaciones de densidades y biomasa de la familia Buthidae difieren en cuanto al tipo de muestreo y sitios de colecta (temperatura, humedad, precipitación, suelo), razón por la cual los valores son en algunos

casos de muestreo intensivo superiores a los de estudios con técnicas de captura y recaptura; es importante considerar estos aspectos a la hora de analizar los datos. La proporción sexual registrada para la mayoría de las especies de la familia Buthidae de las que se ha estimado este atributo poblacional es 1:1. En cuanto a la estructura de edades, en algunas especies de *Centruroides* se ha encontrado que dependiendo de la edad del individuo la actividad de forrajeo va cambiando y con ello se evita la competencia con ejemplares de mayor tamaño y edad (McReynolds, 2012). En cuanto a uso de microhábitat en Buthidae se ha trabajado principalmente en *C. vittatus* en el sur de Texas (McReynolds, 2008) y sugieren que la vegetación es un microhábitat importante debido a que algunas especies vegetales están asociadas a mayor disponibilidad de presas; así mismo las perforaciones y cortezas son utilizadas como un posible refugio. Estudios sugieren que hay poca selectividad y que pueden explotar diferentes tipos de vegetación; lo que 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-Bagts, 2000; González-Santillán, 2001; Ponce-Saavedra, 2003).

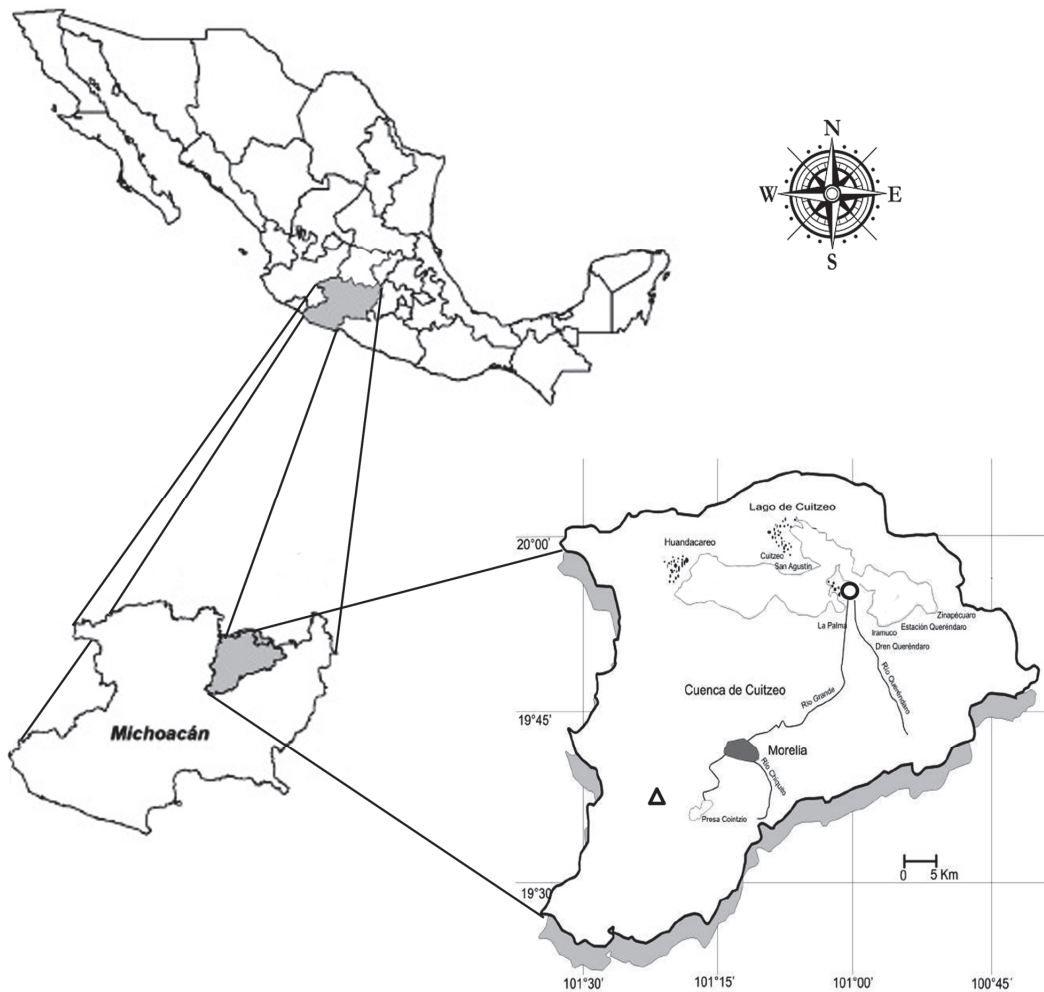
Considerando lo que hasta ahora se sabe sobre la ecología de los alacranes, resalta la necesidad de hacer trabajos más integrales sobre la dinámica de las poblaciones de una especie en particular, ya que lo que se conoce sobre especies individuales es fragmentario y sólo permite hacer generalizaciones sobre aspectos específicos de esas poblaciones. En este trabajo se pretende abordar varios de los aspectos que en campo pueden medirse a una población de alacranes vágiles como los *Centruroides*, que permitan tener un panorama más completo del comportamiento de la especie en estudio y sus poblaciones, facilitando la comprensión sobre su dinámica espacial y temporal, iniciando los estudios a escala local o regional que ayudarán a reconocer los posibles factores involucrados en las distribuciones observadas.

En especies como *Centruroides ornatus*, que es una especie de importancia médica con distribución amplia en el centro occidente de México (Ponce-Saavedra *et al.*, 2015), conocer las épocas de mayor abundancia y las causas de ello en relación con la morbilidad y/o mortalidad registrada en la región, ayudará a un mejor manejo de las poblaciones, disminuyendo el riesgo de picaduras y facilitando el manejo de esta especie, la cual es reconocida como uno de los problemas de salud pública en el Estado de Michoacán (Ponce-Saavedra *et al.*, 2015); al generar información confiable sobre los atributos de sus poblaciones.

## Materiales y métodos

**Localización del área.** El estudio fue desarrollado en dos localidades ubicadas dentro de la provincia morfotectónica denominada Faja Volcánica Transmexicana (Ferrusquía-Villafranca, 1998) (Figura 1):

a) Ladera norte del cerro "El Águila", ubicada 7,4 km al suroeste de la ciudad de Morelia y al noreste de la cabecera municipal de Lagunillas (Zacarias-Eslava *et al.*, 2011), cerca del poblado de Cuanajillo en el municipio de Morelia, en el estado de Michoacán, 19.645° norte y 101.343° oeste y un



**Figura 1.** Ubicación de los sitios de estudio dentro de la Cuenca de Cuitzeo; cerro “El Águila” (triángulo) y “Chehuayito” (círculo). Modificado de Israde-Alcántara *et al.*, 2010.

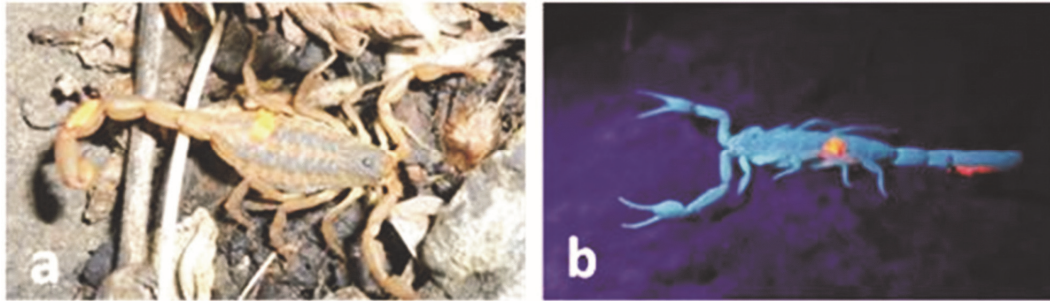
intervalo altitudinal entre 2.000 y 2.300 msnm. El clima de la zona, con base en los datos climáticos de la estación meteorológica Presa Cointzio, se clasifica como templado subhúmedo con lluvias en verano, que de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (2004) le corresponde la fórmula climática  $C(w_1)(w)b(i')g$ . La temperatura media anual es de 17,6 °C y la precipitación anual total es de 791,6 mm. La vegetación es bosque tropical caducifolio severamente fragmentado, entremezclado con el bosque de encinos (*Quercus deserticola*, *Q. castanea-Q. obtusata*), dominando los árboles caducifolios, con alturas entre 2 y 5 m (Zacarias-Eslava *et al.*, 2011).

**b)** “Chehuayito”, localidad situada a orillas del lago de Cuitzeo en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, a 19.894° norte y 101.088° oeste y 1.985 msnm. El clima es templado con lluvias en verano que de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (2004) le corresponde la fórmula climática  $C(w_0)(w)b(i')$ , sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 26°C, con máxima de 32,2°C y mínima de 6°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de mayo y octubre, contando con una precipitación media de los 918,8 milímetros. La vegetación en el sitio de estudio es bosque tropical caducifolio entremezclado con diversos matorrales (INAFED, 2015).

**Trabajo de Campo.** Se realizaron muestreos durante dos meses consecutivos para cada época del año utilizando la técnica de captura-recaptura simple de Lincoln-Petersen

(Krebs, 2000). Las fechas de muestreo se establecieron en el periodo de luna nueva; en primavera (abril-mayo), verano (julio-agosto), otoño (octubre-noviembre) e invierno (enero-febrero). En cada localidad se estableció un cuadrante de 1000 m<sup>2</sup> (20 x 50 m) delimitados con cuerda y en cada esquina una marca con pintura fluorescente para facilitar su ubicación en la noche. Se trabajó durante cuatro noches, dos noches para el muestreo de captura-recaptura y las otras dos para obtener datos de peso y actividad superficial de los alacranes. La detección de los animales se hizo utilizando lámparas de luz negra de aproximadamente 300 nm de longitud de onda que permiten observar los animales desde varios metros de distancia (Stahnke, 1971; Polis, 1990). La primera noche fue de captura y marcaje de los ejemplares capturados mediante un sistema con el que posteriormente se pudieron identificar al ser recapturados (Figura 2a). Las marcas se hicieron con pintura acrílica fluorescente no tóxica en los segmentos del mesosoma y los primeros segmentos metasomales empleando un palillo de dientes para aplicar la pintura. La pintura fluorescente permite detectar y reconocer el individuo bajo luz UV aun sin capturarlo (Figura 2b).

El esfuerzo de muestreo fue de 4,5 horas/persona (definido como 1,5 horas de trabajo por 3 personas equipadas con lámpara de luz negra). Cada animal detectado se capturó usando pinzas de curación y se colocó dentro de una bolsa Ziploc® en el sitio exacto de captura, anotando en la bolsa, la actividad aparente y sustrato en el que fue encontrado. Cada



**Figura 2.** Marcaje de ejemplares. **a)** Apariencia con la pintura acrílica en luz blanca, **b)** detección con la pintura acrílica fluorescente bajo luz negra (Uv).

ejemplar se pesó con una balanza de bolsillo marca Escali, con precisión de 0,1 g y se midieron con un Vernier Digital (0,01 mm de precisión) las siguientes estructuras: Longitud del caparazón cefalotorácico (LCTX) y longitud del segmento metasomal V (LSCV) ya que son las estructuras menos variables y las más confiables para hacer las asignaciones del instar correspondiente en diferentes especies (Francke & Sissom, 1984; Lourenço, 1979; 1988; 1989; De Armas & Marcando-Fondeur, 1992; Ponce-Saavedra, 2003; Quijano-Ravell *et al.*, 2011). Una vez medidos, los alacranes se marcaron y liberaron en el mismo punto en que fueron capturados. La noche siguiente se registraron todos los animales recapturados (con marca), y se registraron las nuevas capturas, tomando la misma información que para los alacranes marcados el primer día. La tercera y cuarta noche se registró la actividad aparente de los ejemplares, así como su peso y edad.

Para estimar el peso fresco por hectárea, se hizo una muestra con todos los ejemplares colectados en un área alejada al menos 200 m del cuadrante, durante las cuatro noches de cada colecta y se separaron en adultos (hembras/machos) y juveniles. Se les asignó la categoría de edad y posteriormente se pesaron en una báscula digital marca Sartorius modelo profesional con precisión de 0,01g y se registraron con la medida de la longitud del caparazón cefalotorácico, a fin de contrastar con los datos obtenidos en los cuadrantes.

Para registrar las condiciones meteorológicas de cada sitio y la fluctuación de estas durante el ciclo de muestreo para poder establecer el posible efecto de la variación en temperatura y humedad sobre la densidad y distribución de los alacranes, se colocó un Data logger HOBO (mod. U12-012) en el centro del cuadrante de cada sitio.

La actividad superficial se registró mediante la proporción de animales que se observaron, categorizados en cinco actividades principales de acuerdo con Ponce-Saavedra *et al.* (2006): Reposo (cuando el animal se encuentra en posición estática con la cola sobre el sustrato y los pedipalpos recogidos hacia el cuerpo y con las quelas cerradas); al acecho (posición estática con el metasoma levantado, pedipalpos extendidos y quelas abiertas); alimentándose, vagando o en cortejo (encontrándose en parejas y tomados por los pedipalpos).

**Análisis de datos.** Se hizo la estimación de la densidad considerando el número total de individuos por cuadrante y con ello la extrapolación por hectárea para cada edad y época del año por sitio. Con los datos obtenidos se hicieron comparaciones directas por época y entre sitios considerando edad y sexo. Se relacionó la densidad estimada por cuadrante para cada época con la humedad y temperatura promedio medidas.

Para estimar el patrón de distribución espacial se utilizaron los datos de conteo mensual y se aplicó la relación varianza-media para obtener el Índice de Morisita (Id), el cual si

estadísticamente es igual a 1,0, indica que la distribución es aleatoria; si es menor de 1,0 es uniforme y, si es mayor entonces se trata de una distribución agregada.

La proporción sexual, se estimó utilizando los alacranes adultos, los cuales pueden sexarse con facilidad. Los valores obtenidos para hembras y machos fueron probados con una prueba no paramétrica de concordancia (Ji-cuadrada), usando como hipótesis (valores esperados) la proporción sexual 1:1 que se ha registrado para muchas de las especies de alacranes no partenogenéticos de las que se tiene información (Polis & Sissom, 1990).

La biomasa se estimó mediante la muestra de ejemplares provenientes de capturas en ambos sitios, los cuales asignados a la categoría de edad correspondiente, se pesaron para obtener un dato promedio por categoría de edad. Se utilizó la prueba de Análisis de Varianza (Anova) de una vía para comparar los pesos obtenidos para hembras, machos y juveniles obtenidos en los cuadrantes y las capturas en el área alejada de éstos y así determinar las posibles diferencias estadísticas entre adultos considerando el sexo y entre los cuadrantes y las muestras fuera de ellos. Una vez definida la consistencia de los datos fuera y dentro de los cuadrantes, así como la diferencia en peso entre las tres categorías (hembras y machos adultos y juveniles), se calculó la biomasa esperada por hectárea para cada sitio por época, considerando el número máximo de ejemplares registrado y la proporción de adultos (hembras/machos) y juveniles obtenida de todos los ejemplares capturados durante el muestreo.

Para la actividad superficial los datos se registraron como frecuencias y se determinó el patrón de actividad superficial por sitio y época del año.

## Resultados

Se marcaron 344 individuos, 149 del cerro “El Águila” (42 hembras y 27 machos adultos más 80 juveniles) y 195 (68 hembras y 37 machos adultos más 90 juveniles en “Chehuayito).

Se estimó que en el cerro “El Águila” el 53 % del total de la población son juveniles y el 47% son adultos (29% hembras y 18% machos: proporción sexual 1:1) (Tabla I). Para “Chehuayito” el 44% de la población son juveniles y el 56 % son adultos (35% hembras y 21% machos: proporción sexual 1:1) (Tabla I).

**Densidad.** Los resultados muestran diferencias entre ambos sitios, presentando el cerro “El Águila” menores densidades que “Chehuayito” (Tabla II); sin embargo, el comportamiento poblacional en general muestra semejanza. La estimación del tamaño de la población mediante el modelo de captura y

Tabla I. Proporción de capturas y recapturas por época del año en cada sitio, expresada en porcentaje para ambos sitios.

	Época	Capturas (%)				Recapturas (%)			
		n	Hembras	Machos	Juveniles	n	Hembras	Machos	Juveniles
El Águila	Primavera	29	31	17	52	15	20	20	60
	Verano	22	36	23	41	17	35	29	40
	Otoño	19	16	26	58	10	20	20	60
	Invierno	28	29	11	61	12	25	17	64
Chehuayito	Primavera	38	37	21	42	23	30	17	52
	Verano	35	34	20	46	15	33	20	47
	Otoño	26	35	23	42	12	33	25	42
	Invierno	31	35	19	45	19	32	21	47

Tabla II. Estimación de densidad por hectárea (Ha) con el método de captura-recaptura simple, por época y por sitio. Se presentan valores promedio de temperatura y humedad.

	Época	No. Individuos por Hectárea				Temperatura	Humedad
		Hembras	Machos	Juveniles	Total	(°C)	(%H)
El Águila	Primavera	314	174	523	1012	18,9	52,5
	Verano	65	40	73	179	14,9	94,7
	Otoño	58	97	213	368	15,2	93,8
	Invierno	148	56	315	519	13,0	60,1
Chehuayito	Primavera	1094	625	1250	2971	21,6	83,9
	Verano	213	124	284	622	18,8	94,5
	Otoño	329	219	402	950	19,2	92,1
	Invierno	536	292	682	1511	14,8	45,3

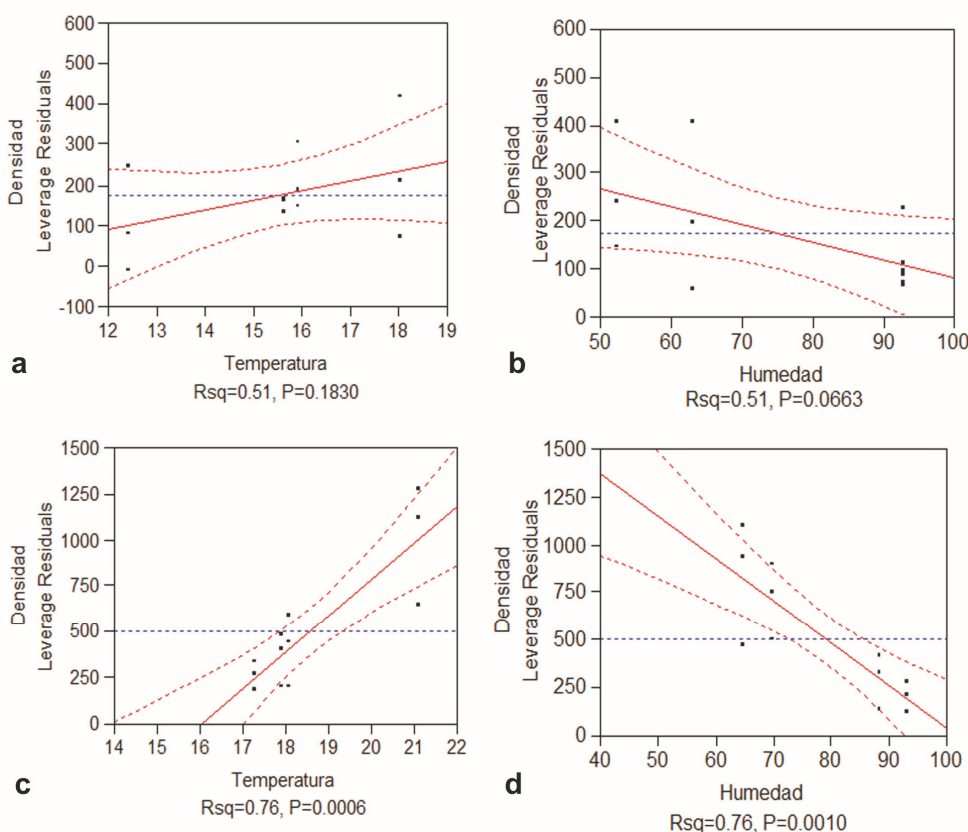


Figura 3. Gráfico de regresión para la densidad estimada con la temperatura y humedad registrada para ambos sitios de estudio. a) y b) “El Águila”; c) y d) “Chehuayito”.

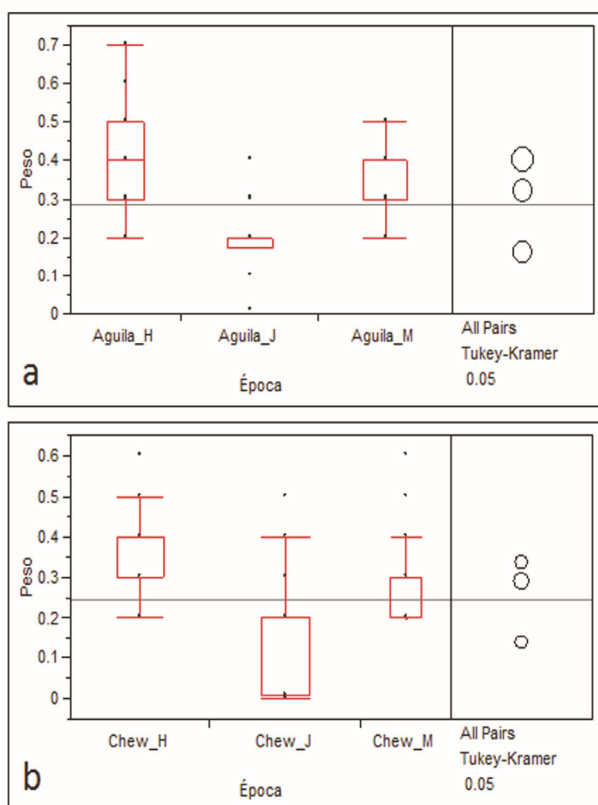
recaptura simple muestra variación estacional marcada en ambos sitios; en el cerro “El Águila” se obtuvo la mayor estimación en primavera para adultos (hembras y machos) y juveniles; mientras que la menor estimación para hembras se obtuvo en otoño y para machos y juveniles en verano. En “Chehuayito” se obtuvo la estimación máxima de adultos también en primavera mientras que la mayor estimación de juveniles se obtuvo en invierno y la estimación menor de los adultos se obtuvo para el verano y para los juveniles en primavera (Tabla II).

El análisis de regresión de la densidad con la temperatura y la humedad registrada, muestra una tendencia hacia mayores densidades en condiciones de mayores temperaturas y menor porcentaje de humedad (Figura 3, Tabla II).

**Distribución especial.** *C. ornatus*, de acuerdo con la prueba de Ji-cuadrada aplicada sobre  $I_a$  con el índice estandarizado de Morisita, tiene un patrón de distribución espacial agregado en ambos sitios, obteniendo el valor de 1,04 para el cerro “El Águila” y 1,23 para “Chehuayito”. La interpretación se hizo

**Tabla III. Peso Fresco g/Ha por Categorías de peso.** Estimación de biomasa en peso fresco por hectárea, por época y por sitio. Se presenta el promedio  $\pm$  desviación estándar de la muestra ( $n$ =tamaño de muestra) y la estimación por Ha de acuerdo con la densidad por categoría.

	Época	Hembras			Machos			Juveniles		
		Ind/Ha	Promedio $\pm$ SD	n	Ind/Ha	Promedio $\pm$ SD	n	Ind/Ha	Promedio $\pm$ SD	n
El Águila	Primavera	128	0,41 $\pm$ 0,15	13	50	0,29 $\pm$ 0,09	17	37	0,07 $\pm$ 0,15	14
	Verano	25	0,39 $\pm$ 0,11	12	14	0,36 $\pm$ 0,08	18	13	0,17 $\pm$ 0,09	16
	Otoño	24	0,41 $\pm$ 0,11	10	32	0,33 $\pm$ 0,11	14	44	0,20 $\pm$ 0,07	22
	Invierno	58	0,39 $\pm$ 0,09	13	17	0,31 $\pm$ 0,05	16	20	0,06 $\pm$ 0,11	14
Chehuayito	Primavera	419	0,38 $\pm$ 0,43	41	175	0,28 $\pm$ 0,07	17	214	0,17 $\pm$ 0,08	23
	Verano	76	0,36 $\pm$ 0,08	52	41	0,33 $\pm$ 0,12	18	56	0,20 $\pm$ 0,06	31
	Otoño	114	0,32 $\pm$ 0,09	29	51	0,32 $\pm$ 0,04	14	64	0,15 $\pm$ 0,15	24
	Invierno	174	0,33 $\pm$ 0,07	22	70	0,24 $\pm$ 0,08	16	72	0,11 $\pm$ 0,11	54



**Figura 4.** Comparación de los pesos para Hembras adultas, Juveniles y Machos adultos. a) Cerro "El Águila" (Aguila\_H, Aguila\_J, Aguila\_M); b) Chehuayito (Chew\_H, Chew\_J, Chew\_M).

con el índice estandarizado porque tiene la ventaja de ser independiente de la densidad de la población y del tamaño de la muestra (Myers, 1978).

**Proporción sexual.** La prueba (Ji-cuadrada) indica que no hay razón estadística para rechazar la hipótesis de la igualdad en la proporción de sexos en ambos cuadrantes y épocas.

**Biomasa.** Se hizo una prueba de Anova para comparar los pesos frescos obtenidos para hembras y machos adultos y juveniles, lo que arrojó diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre las tres categorías pero no entre sitios y en consecuencia se aplicaron los valores promedio obtenidos para adultos de cada sexo y juveniles (Figura 4). Se obtuvo que el peso promedio en el cerro "El Águila" para hembras adultas es de 0,40gr ( $\pm 0,11$ ), para machos 0,32gr ( $\pm 0,09$ ) y juveniles 0,13gr ( $\pm 0,12$ ). Con estos datos se calculó la biomasa esperada por hectárea, considerando hembras y machos adultos y juveniles para cada época del año, obteniendo la

mayor biomasa estimada en primavera para hembras con 128 g/ha y 50 g/ha de los machos mientras que para juveniles la mayor biomasa estimada fue en otoño con 44 g/ha. Para "Chehuayito" el peso promedio de las hembras fue de 0,36  $\pm 0,24$ gr, machos 0,29  $\pm 0,09$ gr y para juveniles 0,14  $\pm 0,11$ gr. La mayor biomasa estimada por hectárea se obtuvo en primavera para las tres categorías con 419 g/ha para hembras, 174,61g/ha para machos y 214 g/ha para juveniles (Tabla III). Para ambos sitios la menor estimación de densidad se obtuvo en verano, exceptuando las hembras en el cerro del águila cuyo menor estimación se presentó en otoño.

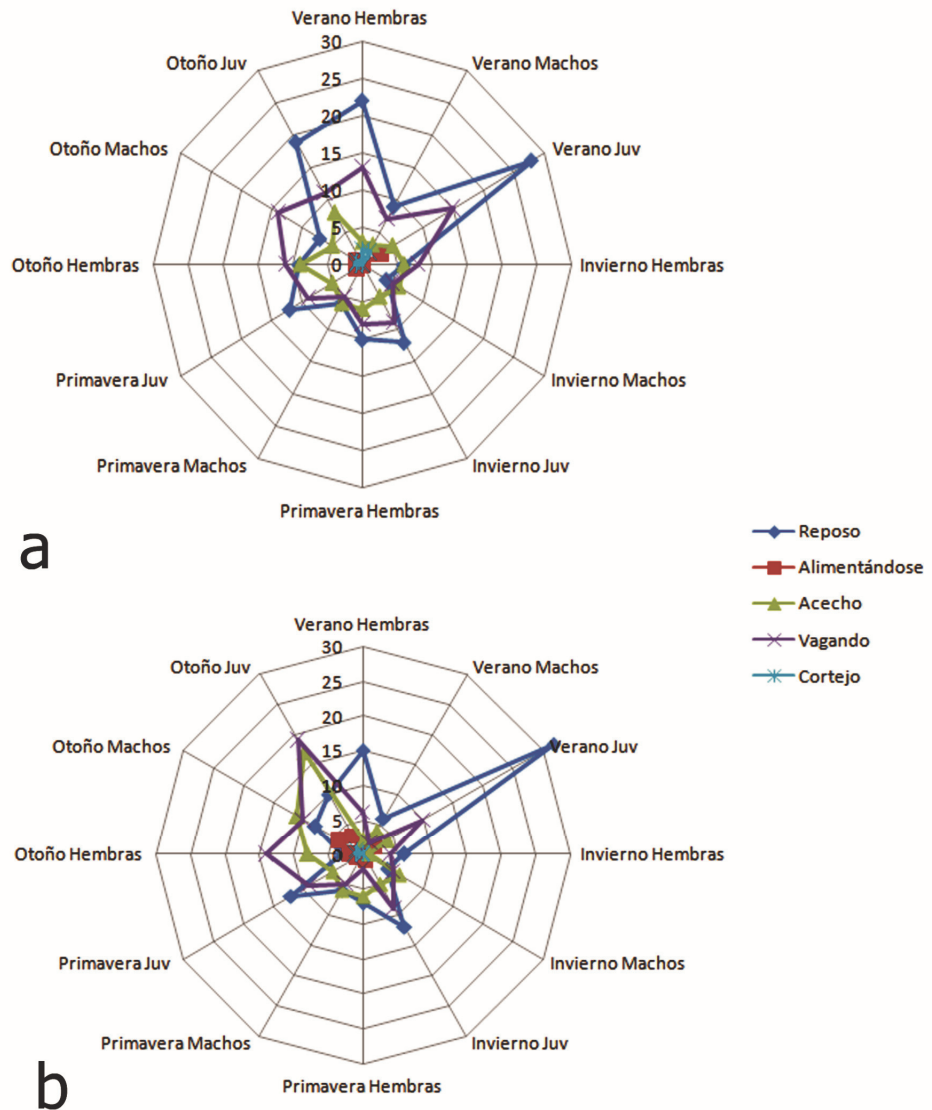
**Actividad superficial.** Hubo diferencia entre localidades en cuanto a la actividad más frecuentemente registrada. En "El Águila" la mayor actividad registrada fue "reposo", con mayor incidencia de registro en verano; seguido de la actividad "vagando" y luego "acecho", siendo el mayor registro para éstas en otoño e invierno respectivamente. La actividad "alimentándose" fue poco frecuente y se reporta en primavera, verano y otoño (1, 3, 1 respectivamente). La actividad "cortejo", fue registrada en una sola ocasión en otoño (Figura 5a).

En "Chehuayito" la mayor actividad registrada para cada época tanto para adultos y juveniles en ambos sexos es "reposo", con mayor incidencia de registro en verano, seguida de la actividad "vagando". La actividad "acecho" también fue frecuente con el mayor número de ejemplares registrados en verano. Las menores actividades registradas fueron "alimentándose" con tres registros en verano y uno en otoño así como "cortejo" que fue registrada en tres ocasiones, dos en verano y una en otoño (Figura 5b). El patrón de actividad registrada es en lo general similar para ambos sitios.

## Discusión

**Densidad.** Las mayores densidades para *C. ornatus* se presentan en diferentes épocas del año dependiendo de la localidad, así en la época de primavera los juveniles fueron los más abundantes en ambas localidades; pero en Verano en el cerro "El Águila" fueron los machos los de mayor densidad; mientras que en "Chehuayito" no se registró ninguna época con mayor densidad de machos (Tabla II). Se registraron juveniles de diferentes tamaños durante todo el año, lo cual refleja una amplia temporada de "reclutamiento" en la que los ejemplares jóvenes que son autosuficiente y son capaces de sobrevivir la época seca, marcan la diferencia en las poblaciones y reflejan también la actividad reproductiva durante todas las épocas del año con hembras paridas en al menos la mitad más favorable del año (Datos no publicados de Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra). Las más bajas densidades en ambas poblaciones se dan en la época de verano y otoño, siendo consistente con el

**Figura 5.** Registro de actividad superficial por épocas para ambos sitios. a) “El Águila” y b) “Chehuayito”.



menor registro de juveniles en ambos sitios. En ambos sitios la época de verano estuvo marcada por intensas lluvias, viéndose reflejado con un porcentaje de humedad mayor a 90% en ambos sitios (Tabla II). El comportamiento de los adultos no parece verse afectado y se refleja en una densidad similar en las cuatro épocas y estando presentes todos los meses del año (Datos no publicados de Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra). Las poblaciones tienen una recuperación importante después de la época de lluvias. En ambos sitios el clima es templado con estación fría definida, por lo que la disponibilidad de alimento está regida por la temperatura y humedad lo cual presenta un efecto directo en las poblaciones de *C. ornatus*, sin que haya declinación total en ningún periodo del año. Este comportamiento de las poblaciones de *C. ornatus* difieren a lo encontrado para otras especies de la familia Buthidae, así por ejemplo en *C. balsasensis* en la época seca entre marzo y junio se presentan las menores densidades y para *C. limpidus* en junio (Ponce-Saavedra, 2003; Ponce-Saavedra & Vázquez, 2007) y las poblaciones se mantienen más o menos en los mismos niveles hasta que la sequía vuelve a provocar una caída. La diferencia en clima entre las áreas en que habitan estas especies y el área de trabajo con *C. ornatus*, puede ser la causa en las diferencias de comportamiento de las poblaciones ya que en la región de la Depresión del Balsas el clima es

muy cálido con estación fría poco marcada y en las localidades de la cuenca de Cuitzeo el clima es templado y la época fría y seca bien definida.

Las estimaciones de densidad total obtenidas en este trabajo para *C. ornatus* en general son similares a los datos disponibles para otras especies del mismo género. El valor más alto obtenido para *C. ornatus* es 0,15 individuos/m<sup>2</sup>, semejante a los 0,18 individuos/m<sup>2</sup> de *C. balsasensis* (Ponce-Saavedra, 2003). Ambos valores son similares al valor más bajo registrado para *Centruroides exilicauda* (Wood) pero superiores a lo reportado por Ponce-Saavedra y Vázquez (2007) para *Centruroides limpidus* (0,03 a 0,08 individuos/m<sup>2</sup>) entre las especies de importancia médica. *C. ornatus* también es similar en sus densidades bajas con *C. balsasensis* (0,02 individuos/m<sup>2</sup>) y para *C. vitattus* especie para la que Brown *et al.* (2002) y Yamashita (2004) reportan densidades de 0,03 individuos/m<sup>2</sup> y de 0,02 individuos/m<sup>2</sup> respectivamente. Hay otras especies con densidades mayores como *C. exilicauda* con 0,2 individuos/m<sup>2</sup>, *C. margaritatus* con 0,4 individuos/m<sup>2</sup> y 1,12 individuos/m<sup>2</sup> para *Leirus quinquestriatus* (Ehrenberg) reportados por Polis (1990). La comparación directa entre las densidades registradas por especie, debe tomarse con reserva, ya que el dato obtenido depende del método de captura, tiempo de colecta, hábitos y la actividad

de los animales, la cual puede variar entre especies y provocar sobreestimación en caso de animales con hábitos gregarios o distribuciones agregadas, situación que puede ser común entre los alacranes.

Durante el muestreo se registraron mayores abundancias de juveniles que de adultos en todas las épocas, lo que sugiere un constante reclutamiento poblacional producto de una actividad reproductiva a lo largo del año y apareamientos durante la mayor parte del año y que de acuerdo con datos aún no publicados de los autores, incluye 11 meses del año. Este comportamiento es característico de especies tropicales como los bítidos (Polis, 1990; Benton, 2001), hipótesis que se refuerza con el haber capturado también machos adultos y hembras cargadas a lo largo del año, lo cual sugiere que aparentemente no hay una época reproductiva definida (Datos no publicados de Quijano-Ravell & Ponce-Saavedra).

La densidad de los alacranes en los sitios puede verse influenciada por la variación de la temperatura y humedad, los datos para *C. ornatus* indican que esta especie tiene mayor actividad en las condiciones más secas y cálidas del año, como respuesta a la influencia que principalmente la temperatura tiene en diversos aspectos fisiológicos en animales que dependen de la temperatura ambiente para su funcionamiento (Bobka *et al.*, 1981; Forsman, 1999; Angilletta *et al.*, 2004; Carlson & Rowe, 2009), por lo que, es evidente que la actividad superficial de los alacranes se ve influenciada directamente por este factor ambiental como ya lo establece Yamashita (2004) para *C. vittatus*.

**Distribución espacial.** *Centruroides ornatus* tiene un patrón de distribución espacial agregado en ambos sitios, obteniendo los valores de 1,04-1,23. Ponce-Saavedra (2003) presenta datos para *C. balsasensis* especie del mismo género que tiende a la agregación (0,90-1,30) y así mismo Quijano-Ravell *et al.*, (2012a) reportan para *Hadrurus gertschi* que las madrigueras de esta especie se distribuyen de manera agregada, lo que refleja el efecto del tipo de dispersión que ocurre cuando las crías abandonan a la madre y buscan refugio en las inmediaciones al sitio de nacimiento, dispersándose en el área a medida que crecen.

**Proporción sexual.** En cuanto a la proporción sexual, aunque en ambos sitios el porcentaje de hembras fue mayor, esto no llegó a ser estadísticamente significativa considerando el total de capturas ( $p > 0,05$ ); aunque en determinadas épocas del año (verano y otoño) se incrementó la proporción de machos capturados, lo que es consistente con lo reportado para *C. limpidus* y *C. balsasensis* (Ponce-Saavedra, 2003; Ponce-Saavedra & Vázquez, 2007), indicando mayor actividad de búsqueda que pudiera definirse como el pico de actividad reproductiva para la especie en esta región del país. La proporción sexual 1:1 se ha registrado para muchas de las especies de alacranes no partenogenéticas, ejemplos de especies del mismo género son *Centruroides limpidus* y *C. balsasensis* (Ponce-Saavedra, 2003; Ponce-Saavedra & Vázquez, 2007); en los que también puede apreciarse tendencia a mayor cantidad de machos y apareamientos justo antes de las lluvias y al final de éstas.

**Biomasa.** *Centruroides ornatus* con un peso fresco promedio de  $0,37g \pm 0,22$  (n 192) para hembras y  $0,30g \pm 0,09$  (n 198) para machos y juveniles con  $0,15g \pm 0,10$  (n 161), es un animal más pequeño (machos 40–50 mm, hembras 35–54 mm)

que otras especies de la familia Buthidae de las que se tienen datos de peso y estimaciones de biomasa. Ponce-Saavedra (2003) reporta peso promedio de 1,125 g para *C. balsasensis* y Ponce-Saavedra & Vázquez (2007) 0,7 g para *C. limpidus*, Polis (1990) 1,0 g para *C. margaritatus* y *C. exilicauda* y 1,5 g para *L. quinquestriatus*. Es importante hacer notar que en los datos que presenta Polis (1990), el peso para *C. margaritatus* parece menor del que realmente puede tener el animal, debido a su tamaño, los machos 99,7 mm y las hembras 79,1 mm (Sissom & Lourenço, 1987) así como su robustez comparado con *C. exilicauda*. La biomasa estimada por hectárea en consecuencia también será menor comparada con los 16,5 kg de *L. quinquestriatus*, 2 a 5 kg para *C. margaritatus* y *C. exilicauda* (Polis, 1990). Valores similares considerando las diferencias de peso entre adultos, machos, hembras y juveniles se encuentran en *C. balsasensis* (0,267 – 2,044 kg) y *C. limpidus* (0,223 kg) cuyo tamaño es sólo ligeramente mayor a *C. ornatus*. Todas las comparaciones y particularmente los valores presentados por Polis (1990) deben tomarse con reserva con respecto a lo obtenido en este trabajo, debido a que para *C. ornatus* se obtuvo peso promedio por sexo y por edad y las diferencias fueron aplicadas para el cálculo de la biomasa al igual que se hizo con *C. balsasensis* y *C. limpidus*, lo cual no parece se haya hecho en los trabajos citados por Polis (1990).

**Estructura de edades.** *Centruroides ornatus* en ambos sitios tuvo mayor proporción de juveniles representando las mayores abundancias totales registradas con 53% en “El Águila” y 44% “Chehuayito”; las hembras adultas el 29% y 35% respectivamente; mientras que los machos adultos fueron el 18% y 21% (Tabla I); a diferencia de *C. balsasensis* para la que Ponce-Saavedra *et al.* (2006) reportan que una proporción de 28% del total capturado fueron juveniles y el resto adultos distribuidos en 40% de machos adultos y 32% de hembras. Estas diferencias reflejan la mayor actividad reproductiva de *C. ornatus* durante el año con un menor efecto de sequía que lo que ocurre en la Depresión del Balsas cuyo clima semiárido hace de la sequía una época de muy baja actividad y poco conveniente para las etapas juveniles, más sensibles al daño por falta de alimento o depredación.

**Actividad superficial.** Los resultados de actividad difieren de lo reportado para *C. balsasensis* por Ponce-Saavedra (2003) quien reporta que la mayor actividad registrada es al “acecho”, seguida de “vagando” y ambas actividades son presentadas mayormente por ejemplares adultos; mientras que para *C. ornatus* además de que se registró mayor actividad para los juveniles, efecto de la alta proporción en que se encontraron. El que sea frecuente encontrar los animales en “acecho” y “vagando”, refleja actividad para alimentarse, buscar pareja e incluso conseguir refugio. Aunque las frecuencias fueron distintas entre sitios, estas diferencias pueden deberse a factores como la temporada de colecta, cobertura vegetal o disponibilidad de refugios, además de que una vez que los animales se alimentan, permanecen en sus refugios y no se detectan en actividad, afectando la proporción observada.

## Conclusiones

- Las poblaciones de *Centruroides ornatus* en la Cuenca de Cuitzeo tienen un comportamiento estacional similar, siendo en ambos sitios de colecta la proporción sexual 1:1, estimaciones de densidad y actividad aparente muy

parecidas aun y cuando las localidades presentan diferencias en cuanto a tipo de suelo, cobertura vegetal y ligera variación de temperatura.

- La densidad de los alacranes en los sitios de estudio se ven influenciada por la variación de la temperatura y humedad. A mayores temperaturas y menor porcentaje de humedad, mayor el número de ejemplares, siendo los juveniles los más abundantes.
- La presencia de ejemplares juveniles durante todo el ciclo anual y los registros de cortejo en diferentes épocas del año, indican que en esta especie la reproducción no se encuentra limitada a una determinada época del año, presentando por lo menos dos picos de reproducción en estas poblaciones.

### Agradecimiento

Este documento forma parte de la tesis doctoral del primer autor, un estudio que fue financiado por una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Ambos autores están muy agradecidos a Ernest Oliveros, Dennis Sánchez, Raúl Ojeda, José Luis Delgado, Dariana Gaspar y Cinthya Rodríguez por su apoyo y entusiasmo para el trabajo de campo.

### Bibliografía

- ANGILLETTA, M. J., JR., T. D. STEURY, T. D. SEARS & M. W. SEARS 2004. Temperature, growth rate, and body size in ectotherms: fitting pieces of a life-history puzzle. *Integrative and Comparative Biology*, **44**: 498-509.
- ARAÚJO C. S., D. M. CANDIDO, H. F. P. DE ARAÚJO, S. C. DIAS & A. VASCONCELLOS 2010. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. *Zoologia*, **27**(3): 372-376.
- BENTON, T. 2001. Reproductive Ecology. Pp. 278-301, en Brownell, P. & G. Polis (eds.), *Scorpion Biology and Research*. Oxford University Press. New York, 431 pp.
- BEUTELSPACHER-BAIGTS, C. R. 2000. *Catálogo de los alacranes de México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 175 pp.
- BOBKA, M. S., R. G. JAEGER & D. C. MCNAUGHT 1981. Temperature dependent assimilation efficiencies of two species of terrestrial salamanders. *Copeia*, **1981**(2): 417-421
- BRADLEY, R. A. 1982. Digestion time and reemergence in the desert grassland scorpion *Paruroctonus utahensis* (Williams) (Scorpionida, Vaejovidae). *Oecologia*, **55**: 316-318.
- BRADLEY, R. A. 1983. Activity and Population Dynamics of the Desert Grassland Scorpion (*Paruroctonus utahensis*): Does Adaptation Imply Optimization? Ph.D. dissertation, University of New Mexico, Albuquerque. 282 pp.
- BRADLEY, R. A. 1986. The relationship between population density of *Paruroctonus uthaensis* (Scorpiones: Vaejovidae) and characteristics of its habitat. *Journal of Arid Environments*, **11**: 165-72.
- BROWN, C. A., J. M. DAVIS, D. J. O'CONNELL & D. R. FORMANOWITZ JR. 2002. Surface density and nocturnal activity in a west Texas assemblage of scorpions. *Southwestern Naturalist*, **47**: 409-419.
- BROWN, C. A. & D. J. O'CONNELL 2000. Plant climbing behavior in the scorpion *Centruroides vittatus*. *American Midland Naturalist*, **144**: 406-418.
- CALA-RIQUELME, F. & M. COLOMBO 2011. Ecology of the scorpion, *Microtityus jaumei* in Sierra de Canasta, Cuba. *Journal of Insect Science*, **11**: 1-10.
- CARLSON, B. E. & M. P. ROWE 2009. Temperature and desiccation effects on the antipredator behavior of *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae). *J. Arachnol.*, **37**: 321-330.
- CASTILLA, A. M. & G. PONS 2007. Primeros datos sobre la población de escorpiones (*Buthus occitanus*) en las islas Columbretes (Mediterráneo, España). *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de las Baleares*, **50**: 257-268
- DE ARMAS, L. F. & E. J. MARCANO-FONDEUR 1992. Nuevos alacranes de República Dominicana (Arachnida: Scorpiones). *Poeyana*, **420**: 1-36.
- FERRUSQUÍA-VILLAFRANCA, I. 1998. Geología de México: Una sinopsis. Pp. 3-108, en Ramamoorthy T. P., R. Bye., A. Lot & J. Fa. (eds), *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F, 792 pp.
- FORSMAN, A. 1999. Variation in thermal sensitivity of performance among colour morphs of a pygmy grasshopper. *J. Evol. Biol.*, **16**: 869-878.
- FRANCKE, O. F. & D. W. SISSOM 1984. Comparative review of the methods used to determine the number of molts to maturity in scorpions (Arachnida) with analysis of the post-birth development of *Vaejovis coahuilae* Williams (Vaejovidae). *Journal of Arachnology*, **12**: 1-20.
- GARCÍA, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Serie Libros, núm. 6, Instituto de Geografía UNAM, México, 91 pp.
- GONZÁLEZ, S. E. 2001. Catálogo de escorpiones de la colección Nacional de Arácnidos. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 145 pp.
- INSTITUTO PARA EL FEDERALISMO Y EL DESARROLLO MUNICIPAL DE LA SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN. [INAFED]. 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México: los municipios del Estado de Michoacán de Ocampo". Consultada el 4 de julio de 2015 en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/index.html>
- ISRADE-ALCÁNTARA, I., R. VELÁZQUEZ-DURÁN, M. S. LOZANO-GARCÍA, J. BISCHOFF, G. DOMÍNGUEZ-VÁZQUEZ & V. H. GARDUÑO-MONROY 2010. Evolución Paleolimnológica del Lago Cuitzeo, Michoacán durante el Pleistoceno-Holoceno. *Boln. Soc. Geol. Mex*, **62**(3): 345-357.
- KALTSAS, D., I. STATHI & M. MYLONAS 2006. The effect of insularity on the seasonal population structure of *Mesobuthus gibbosus* (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius Occasional Publications in Scorpiology*, **44**: 1-8.
- KALTSAS, D. & M. MYLONAS 2007. The population structure of *Mesobuthus gibbosus* (Scorpiones: Buthidae) on Koufonisi Island (Central Aegean Archipelago, Greece). *Euscorpius Occasional Publications in Scorpiology*, **55**: 1-8.
- KOCH, L. E. 1977. The taxonomy, geographic distribution and evolutionary radiation of Australo-Papuan scorpions. *Rec. West. Aust. Mus.*, **5**: 83-367.
- KREBS, C. J. 2000. *Ecological Methodology*, 2nd Ed. Addison-Welsey Educational Publishers, Inc. Menlo Park, CA, 620 pp.
- LOURENÇO, W. R. 1979. Le scorpion Buthidae: *Tityus mattogrossensis* Borelli, 1901 (Morphologie, Écologie, Biologie et Développement postembryonnaire). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris 4e sér. **1**(A1): 95-117.
- LOURENÇO, W. R. 1988. Le développement postembryonnaire de *Centruroides pococki* Sissom & Francke, 1983 (Buthidae) et de *Didymocentrus lesueurii* (Gervais, 1844) (Diplocentridae) (Arachnida, Scorpiones). *Revue Arachnologique*, **7**(5): 213-222.
- LOURENÇO, W. R. 1989. Le développement postembryonnaire de *Rhopalurus princeps* (Karsch, 1879) (Scorpiones, Buthidae). *Revista Brasileira de Biologia*, **49**(3): 743-747.
- MCREYNOLDS, C. N. 2004. Temporal patterns in microhabitat use for the scorpion, *Centruroides vittatus* (Scorpiones, Buthidae). Proc. 3rd Scorp. Symp., Norman, *Euscorpius*, **17**: 35-45.
- MCREYNOLDS, C. N. 2007. The effect of size on microhabitat preferences by the scorpion, *Centruroides vittatus* (Scorpiones, Buthidae). Abstract 30th Ann. Meet. Amer. Arachnol. Soc., Coll. Notre Dame of Maryland, 17-21.

- MCREYNOLDS, C. N. 2008. Microhabitat preferences for the errant scorpion, *Centruroides vittatus* (Scorpiones, Buthidae). *The Journal of Arachnology*, **36**: 557-564.
- MCREYNOLDS, C. N. 2009. The effects of prey availability and scorpion size on the foraging behavior of the scorpion, *Centruroides vittatus*. Abstract 33rd AAS Ann. Meeting, *Russelville, Arkansas*, **26**-6/1-7-2009.
- MCREYNOLDS, C. N. 2012. Ontogenetic shifts in microhabitat use, foraging and temporal activity for the striped bark scorpion *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, **144**: 1-8.
- MYERS, J. H. 1978. Selecting a measure of dispersion. *Environment Entomology*, **7**: 619-621.
- NIME, M. F., F. CASANOVES, D. VRECH & C. I. MATTONI 2013. Relationship between environmental variables and the surface activity of the scorpions in a reserve of Arid Chaco *Argen. Invert. Biol.*, **132**(2): 145-155.
- NIME, M. F., F. CASANOVES & C. I. MATTONI. 2014. Scorpions diversity in two different habitats in an Arid Chaco, Argentina. *J. Insect Conserv.*, **18**(3): 373-384.
- POLIS, G. A. 1980. Seasonal patterns and age-specific variation in the surface activity of a population of desert scorpions in relation to environmental factors. *Journal of Animal Ecology*, **49**: 1-18.
- POLIS, G. A. 1990. Ecology. Pp. 247-293, en Polis, G. A (ed.), *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press. Stanford, California, 587 pp.
- POLIS, G. A. & R. D. FARLEY 1979. Behavior and ecology of mating in the cannibalistic scorpion, *Paruroctonus mesaensis* Stahnke (Scorpionida: Vaejovidae). *The Journal of Arachnology*, **7**: 33-46.
- POLIS, G. A. & S. J. MCCORMICK. 1986. Patterns of resource use and age structure among species of desert scorpions. *Journal of Animal Ecology*, **55**: 59-73.
- POLIS, G. A. & W. D. SISSOM 1990. Life History. pp. 161-223, en Polis, G. A (ed.), *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press. Stanford, California, 587 pp.
- PONCE-SAAVEDRA, J. 2003. Ecología y Distribución del Género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae), en la Depresión del Balsas del Estado de Michoacán. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales. Santiago de Querétaro, 276 pp.
- PONCE-SAAVEDRA, J. & X. J. VAZQUEZ 2007. Aspectos ecológicos de *Centruroides limpidus limpidus* (Karsch) en una localidad de Zitácuaro, Michoacán. *Entomología Mexicana*, **6**(1): 71-75.
- PONCE-SAAVEDRA, J., O. F. FRANCKE & H. SUZAN 2006. Actividad superficial y utilización del hábitat por *Centruroides balsasensis* (Scorpiones: Buthidae). *Biológicas*, **8**: 1-8.
- PONCE-SAAVEDRA, J., I. MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ & A. F. QUIJANO-RAVELL 2015. Alacranes de importancia médica en la Depresión del Balsas. *Entomología Mexicana*, **2**: 66-70.
- PONCE-SAAVEDRA J., A. F. QUIJANO-RAVELL, R. TERUEL & O. F. FRANCKE 2015. Redescription of *Centruroides ornatus* Pocock, 1902 (Scorpiones: Buthidae) a montane scorpion from Central Mexico. *Revista Ibérica de Aracnología*, **15**: 81-89.
- PRENDINI, L. 2001. Further Additions of scorpion fauna of Trinidad and Tobago, *Journal of Arachnology*, **29**: 173-188.
- PRENDINI, L. 2008. Scorpions of the Brandberg Massif, Namibia: Species Richness Inversely Correlated with Altitude. *African Invertebrates*, **49**(2): 77-107.
- QUIJANO-RAVELL, A. F., J. PONCE-SAAVEDRA & O. F. FRANCKE B. 2011. Ciclo de vida de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones, Iuridae) en una localidad del Estado de Guerrero, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, **19**: 133-145.
- QUIJANO-RAVELL, A. F., J. PONCE-SAAVEDRA & O. F. FRANCKE B. 2012a. Densidad, distribución espacial y biomasa de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones, Iuridae) en una localidad de Guerrero, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, **20**: 35-43.
- QUIJANO-RAVELL, A. F., O. F. FRANCKE, J. PONCE-SAAVEDRA & M. A. VILLASEÑOR-RAMOS. 2012b. Caracterización de las madrigueras de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones: Iuridae) en una localidad de Guerrero, México. *Revista Ibérica de Aracnología*, **20**: 45-55.
- SHEHAB, A. H., Z. S. AMR & J. A. LINDSELL 2011. Ecology and biology of scorpions in Palmyra, Syria. *Turk J Zool.*, **35**(3): 333-341.
- SISSOM, W. D. & W. R. LOURENCO 1987. The genus *Centruroides* in South America (Scorpiones, Buthidae). *Journal of Arachnology*, **15**: 11-28.
- STAHNKE, H. 1971. Some observations of the genus *Centruroides* Marx (Buthidae: Scorpionida), and *C. sculpturatus* Ewing. *Ent. News.*, **82**: 281-307.
- SZILAGYI-ZECCHIN, V. J., A. L. FERNANDES, C. L. CASTAGNA & J. C. VOLTOLINI 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.
- YAMAGUTI H. Y. & R. PINTO-DA-ROCHA 2006. Ecology of *Thestylus aurantiurus* of the Parque Estadual da Serra da Cantareira, Sao Paulo, Brazil (Scorpiones, Bothriuridae). *The Journal of Arachnol.*, **34**: 214-220.
- YAMASHITA, T. 2004. Surface activity, biomass, and phenology of striped scorpion, *Centruroides vittatus* (Buthidae) in Arkansas. *Euscorpius-Occasional Publications in Scorpiology*, **17**: 25-33.
- ZACARIAS-ESLAVA, L. E., G. CORNEJO-TENORIO, J. CORTÉS-FLORES, N. GONZÁLEZ-CASTAÑEDA & G. IBARRA-MANRÍQUEZ 2011. Composición, estructura y diversidad del cerro "El Águila", Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **82**: 854-869.