

Aspectos ecológicos de alacranes del género *Mesomexovis* (Scorpiones: Vaejoidea) en dos localidades del municipio de Morelia, Michoacán, México

Ecological aspects of scorpions of *Mesomexovis* genus (Scorpiones: Vaejoidea) in two localities of Morelia, Michoacan, Mexico

Francisco Morales Martínez y Javier Ponce-Saavedra ✉

Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz". Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Edificio B4 2º Piso, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México. CP 58060. javier.ponce@umich.mx

Resumen

Se trabajó con poblaciones del género *Mesomexovis* González-Santillán y Prendini, 2013 y del género *Vaejovis* C. L. Koch, 1836, alacranes de la familia Vaejoidea en dos localidades de bosques templado-fríos del municipio de Morelia, Michoacán, México. Se determinó la presencia de poblaciones de una especie afín a *Mesomexovis variegatus* Pocock, 1898; además de *Vaejovis morelia* Miranda-López, Ponce-Saavedra y Francke, 2012. Se registraron 119 ejemplares de *Mesomexovis* (18 machos, 76 hembras y 31 juveniles) y 151 individuos (16 machos, 126 hembras y 8 juveniles) de *V. morelia*. *Mesomexovis* sp. presentó mayor abundancia relativa de adultos en otoño en ambas localidades, mientras que *V. morelia* tuvo la mayor abundancia de adultos en invierno en ambas localidades. Para *Mesomexovis* sp. la mayor densidad se encontró en Jesús del Monte en zonas perturbadas con algunos árboles de encino, así como en zonas de eucalipto. En San Miguel del Monte la mayor densidad se reportó debajo de rocas en parches perturbados desprovistos de árboles. La mayor densidad de *V. morelia* se encontró en San Miguel del Monte en bosque de pino-encino, mientras que en Jesús del Monte solamente se encontraron en bosque de encino y pino-encino. La proporción sexual para ambas especies fue diferente durante todo el año en ambas localidades, con dominancia de hembras. Los machos adultos de *Mesomexovis* ($\approx 33.31 \pm 2.45$ mm) son de menor longitud total que las hembras ($\approx 42.29 \pm 2.58$ mm). Los machos requieren de cinco mudas antes de alcanzar la madurez sexual; mientras que las hembras requieren de seis mudas, completando su ciclo de vida en alrededor de un año. Las hembras de *V. morelia* requieren de cinco mudas para alcanzar la madurez sexual y los machos de cuatro mudas, para lo que necesitan un año y 2-4 meses. En ambos casos se estimó un factor de crecimiento de 1.3.

Palabras clave: *Vaejovis morelia*, *Mesomexovis* sp., abundancia, factor de crecimiento, proporción sexual

Abstract

Populations of *Mesomexovis* González-Santillán y Prendini, 2013 and *Vaejovis* C. L. Koch, 1836, scorpion's genera of the family Vaejoidea in two localities of temperate-cold forests in the municipality of Morelia, Michoacán, Mexico, were studied. The presence of populations of a species related to *Mesomexovis variegatus* Pocock, 1898; in addition to *Vaejovis morelia* Miranda-López, Ponce-Saavedra, & Francke, 2012, was determined. 119 specimens of *Mesomexovis* (18 males, 76 females and 31 juveniles) and 151 individuals (16 males, 126 females and 8 juveniles) of *V. morelia* were recorded. *Mesomexovis* sp. had the highest relative abundance of adults in autumn in both localities, while *V. morelia* had the highest abundance of adults in winter in both sites. For *Mesomexovis* sp. the highest density was found in Jesús del Monte in disturbed areas with some oak trees, as well as in eucalyptus areas. In San Miguel del Monte the highest density was reported under rocks in disturbed patches devoid of trees. The highest density of *V. morelia* was found in San Miguel del Monte in pine-oak forest, while in Jesús del Monte they were only found in oak and pine-oak forests. The sex ratio for both species was different throughout the year in both locations, with females dominating. Adult males of *Mesomexovis* (≈ 33.31 mm) are shorter overall length than females (≈ 42.29 mm). Males require five molts before reaching sexual maturity; while females require six molts, completing their life cycle in about a year. Females of *V. morelia* require five molts to reach sexual maturity and males require four molts, for which they need one year and 2-4 months. In both cases, a growth factor of 1.3 was estimated.

Key words: *Vaejovis morelia*, *Mesomexovis* sp., abundance, growth factor, sexual rate



Dr. Javier Ponce Saavedra, javier.ponce@umich.mx. Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz". Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio B4, 2o. Piso, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México. CP 58060.

INTRODUCCIÓN

Los alacranes se distribuyen en una amplia variedad de hábitats como, por ejemplo: zonas tropicales, zonas templadas con bosques templados y fríos, siendo las áreas desérticas y semidesérticas las que presentan mayor diversidad de especies (Polis, 1990; Ponce-Saavedra, 2003), aunque es probable que algunas áreas templadas del país sean más ricas debido a los microendemismos (Datos no publicados O. Francke-J. Ponce). La mayoría de los alacranes son de hábitos nocturnos, se desplazan poco y permanecen en áreas relativamente pequeñas que ofrecen protección (Ponce y Francke, 2004), especialmente cerca de cortezas y piedras; otros están asociados a ciertos tipos de microhábitats ya sea debajo o dentro de objetos tales como rocas, árboles caídos, cortezas de árboles vivos y otros que construyen galerías en el suelo (Álvarez, et al., 2013; Quijano-Ravel et al., 2012). Debido a sus hábitos depredadores, los escorpiones son reguladores naturales importantes de poblaciones de insectos y otros arácnidos (Polis, 1990; Ponce-Saavedra 2003; Ponce-Saavedra et al., 2006). A nivel mundial se registran 2,907 especies de alacranes (Rein, 2025), correspondientes a 24 familias. La familia Vaejovidae con 25 géneros y 238 especies a nivel mundial es una de las más diversas con distribución sólo en Norteamérica.

En México se conocen ocho familias, con 39 géneros distribuidos en 317 especies. Vaejovidae es una familia norteamericana de las de mayor riqueza de especies a nivel mundial. En México se encuentra distribuida a lo largo del país con 22 géneros (88% del total) y 164 especies (71.6%).

En Michoacán se reconocen 28 especies representadas por tres familias: Buthidae con 10 especies, Diplocentridae con cinco, y la familia Vaejovidae con 13 especies en seis géneros: *Balsateres* González-Santillán y Prendini, 2013, *Konetontli* González-Santillán y Prendini, 2013, *Kuarapu* Francke y Ponce-Saavedra, 2010, *Mesomexovis* González-Santillán y Prendini, 2013, *Thorellius* Soleglad y Fet, 2008 y *Vaejovis* C.L. Koch, 1836 (Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra, 2014; Ponce-Saavedra y Quijano-Ravell, 2020).

En distintas regiones fisiográficas de Michoacán, y de la República Mexicana, se han registrado especies del género *Mesomexovis*, como es el caso de *Mesomexovis* (= *Vaejovis*) *variegatus* (Pocock, 1898), que tiene una distribución conocida muy amplia. Esto último ha llevado a pensar que en esta especie existe un complejo de especies (Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra, 2014); lo que ha sugerido llevar a efecto un estudio taxonómico más detallado (Miranda-López et al., 2010; Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra, 2014). Formalmente, para la zona de estudio se tiene registro de *Mesomexovis variegatus* (Ponce-Saavedra y Quijano-Ravell, 2009; Ponce y Francke, 2013; González-Santillán y Prendini, 2018; Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra, 2014; Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra, 2016; Quijano-Ravell, De Armas, Francke y Ponce-Saavedra, 2019).

El conocimiento sobre ecología y biología en escorpiones es aún escaso; por tal razón, es necesario realizar estudios que permitan obtener información sobre este grupo de arácnidos en su entorno natural y hábitat, así como generar información para un manejo sostenible de los recursos naturales, ya que los alacranes son depredadores que desempeñan un papel fundamental como reguladores naturales de algunos invertebrados, incluyendo insectos y otros arácnidos. Además, se ha planteado que son buenos indicadores para delimitar barreras biogeográficas debido a su antigüedad y poca vagilidad (Polis, 1990; Ponce-Saavedra y Sissom, 2004; Quijano-Ravell et al., 2011).

Algunos estudios que se han realizado sobre aspectos ecológicos de poblaciones de alacranes, son: Bradley y Brody (1982) en Nuevo México, Estados Unidos de Norteamérica, quienes estudiaron poblaciones de tres especies de la familia Vaejovidae en un gradiente de hábitat, encontrando a *Paruroctonus utahensis* (Williams, 1968) fue el más abundante en las llanuras con suelo franco-arenoso; mientras que en el acantilado con suelo basáltico *Chihuahuanus coahuilae* (Williams, 1968) y *Chihuahuanus ruselli* (Williams, 1971) dominaron mientras que *P. utahensis* solo tuvo el 2% en este sitio.

En Texas, McReynolds (2004) estudió poblaciones de *Centruroides vitattus* (Say, 1821) y observó que el uso de microhábitat fue diferente en cada ciclo lunar con la mayor frecuencia en vegetación como hierbas y cactus con la luna en fase creciente y menguante, por lo que los ciclos lunares presentaron una asociación significativa en el uso del microhábitat; también observaron que la disponibilidad de presas varía con los cambios estacionales y afecta también el uso de microhábitats en esta población.

En Arkansas, Yamashita (2004) estudió una población de *Centruroides vitattus* y determinó que el 42.97% de los alacranes presentaron actividad superficial, dependiendo de la temperatura ambiente. De acuerdo con lo obtenido de la captura/ recaptura, se recapturaron más hembras que machos, lo que determinó que los machos presentan mayor actividad superficial que las hembras. La densidad estimada fue de 2.92 individuos/100m² en el año 2000 y 2.41 individuos/100m² para el 2003; mientras que en individuos juveniles la densidad fue menor. Además, el 80.33%(n=961) de especímenes se ubicaron en sustrato de roca y hojarasca como microhábitat.

Agusto et al. (2006) en el desierto costero transicional de Chile, identificaron nueve especies que correspondieron a dos familias con el 55.4% representado por el género *Brachistosternus* con las especies *B. roigalsinai* Ojanguren-Affilastro, 2002 dominando con 38.9% y *Caraboctonus keyserlingi* Pocock, 1893, con 33.2%.

Adicionalmente refieren que la mayoría de las especies encontradas parecen estar asociadas con un tipo de vegetación. Yamaguti y Pinto-Da-Rocha (2006) en Sao Paulo, Brasil, para la especie *Thestylus aurantiurus* Yamaguti y Pinto-da-Rocha, 2003, reportaron que el 80% de los alacranes observados en primavera fueron machos, mientras que en octubre el 70% eran hembras y el resto de los meses solamente se capturó un máximo de una hembra por mes. Asimismo, se observó a *T. aurantiurus* construir una madriguera de 1-3 cm de profundidad con un 1.5 cm de largo donde espera a su presa.

En la isla Koufonisi, Grecia, Kaltsas y Mylonas (2007) estudiaron los patrones y fluctuación poblacionales de la especie *Aegaeobuthus gibbosus* (Brulle, 1832), y reportaron un total de 442 alacranes, de los cuales 111 correspondieron a juveniles y 331 fueron adultos; de igual forma observaron que el 76.4% fueron machos debido a que el estudio fue en época reproductiva. De acuerdo con una prueba de capturabilidad se obtuvo una sobreestimación de 0.89%, es decir las capturas son iguales en todo el estudio; además se registró la densidad superficial relativa (porcentaje de la población que se encuentra en la superficie) con una media alta de 0.098 ± 0.011 alacrán/m² en comparación con las otras densidades registradas; esta especie se encuentra influida por las fases lunares. Shehab et al. (2009) en Palmyra, Siria, evaluaron la escorpiofauna, recolectaron 361 alacranes correspondientes a cinco especies y dos familias: Buthidae y Scorpionidae; si bien la especie *Buthacus tadmorensis* (Simon, 1892) fue la especie más abundante con 68.3%-86.6%.

En Guantánamo, Cuba, Riquelme y Colombo (2011) estudiaron una población de *Microtityus jaumei* Armas, 1974, para la que se reportó una distribución heterogénea con mayor cantidad de alacranes en los meses de mayo y noviembre, lo que representó el 81.1% del total de la población. Se registró en época de lluvias más número de machos y en el periodo de secas los individuos tendieron a disminuir. Para las hembras el valor más alto fue en julio-septiembre (0.11) y para juveniles de agosto-septiembre. De acuerdo con una correlación de rangos de Spearman, las variables ambientales tienen un valor altamente significativo en relación con el número de alacranes.

En el centro Sur de Washington, Zack y Looney (2012) observaron un total de 127 especímenes de la especie *Paruroctonus boreus* (Girard, 1854) de la familia Vaejovidae durante un año. En agosto se colectó mayor número de alacranes en hábitats con un porcentaje de cobertura vegetal del suelo de 75-85% predominado por arbustos y con una mínima cantidad de hierbas y suelo descubierto.

Álvarez et al. (2013) en Colombia reportaron un total de 109 escorpiones correspondientes a cuatro especies de las cuales tres mostraron preferencias por algún microhábitat específico.

Martínez et al. (2016) en Artemisa, Cuba, estudiaron una población de *Heteroctenus junceus* (Herbst, 1800) y reportaron mayor densidad poblacional en el mes de septiembre. Registran mayor abundancia de juveniles con un valor total de 73% seguido del 19% para hembras no preñadas.

En México, en el estado de Nuevo León, Solís (1992) estudió algunos atributos poblacionales de *Centruroides vittatus* (Say, 1821) y reportó diferencia significativa en abundancia entre estaciones del año; Verano con respecto a Otoño y Primavera con respecto a Verano, Otoño e Invierno; sin embargo, el tipo de dispersión no tuvo diferencia de acuerdo con el modelo de Taylor (1961) ($a = 2.3606$ y $b = 0.9638$) ($P > 0.05$).

Se determinó dispersión de tipo Poisson ya que el valor b del modelo de Taylor se acerca a la unidad.

Para la Depresión del Balsas, en poblaciones de *Centruroides balsasensis* Ponce y Francke, 2004, registraron una abundancia de 28% juveniles y 72% adultos con 40% machos y 32% hembras. Independientemente del sexo y edad observaron más frecuentemente caminando y acechando presas sobre el suelo, sobre rocas y hojarasca. No se encontraron juveniles debajo de cortezas pudiendo ser este tipo de microhábitat exclusivo de adultos (Ponce-Saavedra et al., 2006). Quijano-Ravell et al. (2011) en Guerrero estudiaron la especie *Hoffmanihadrurus gertschi* (Soleglad, 1976) de hábitos fosoriales. Reportaron la mayor abundancia de juveniles en los meses de mayo y julio, lo que supone que ocurren los nacimientos en marzo y abril.

Para los adultos la mayor abundancia se registró en julio, hembras (32.35%) y machos (62.5%), durante agosto y septiembre los machos presentaron mayor actividad en busca de hembras para aparearse.

En ciertas poblaciones de alacranes se observó que la densidad poblacional está influida por los cambios estacionales. Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra (2015) estudiaron poblaciones de *Centruroides ornatus* Pocock, 1902, en la cuenca del lago de Cuitzeo, Michoacán y reportaron que en primavera hubo mayor abundancia de juveniles mientras que para los adultos la densidad se mantiene similar durante todo el año, con una recuperación poblacional importante después de lluvias. La proporción sexual en adultos fue 1:1. Esta especie tiene una distribución agregada y se les encuentra vagando, debajo de piedras y en posición de acecho.

Otro aspecto del que se sabe poco es ciclo de vida. En Medellín, Colombia, Gómez et al. (2002) realizaron una investigación con la especie *Tityus furhmanni* (Kraepelin, 1914) y registraron nueve crías por camada, nacidos la mayoría en épocas de lluvias. Igualmente, determinaron que para llegar a la adultez la especie requiere cinco instares, con un promedio de 7-183 días para el cuarto instar.

Para la familia Vaejovidae, Odchov (2005) cerca de Iguala, Guerrero, recolectó una hembra preñada de *Mesomexovis variegatus* (Pocock, 1898), la cual parió 27 crías, se determinó que el primer instar mide 12 mm y dura 9 días; 2do instar 18 mm y 202 días, 3er instar 25 mm y 239 días.

En machos se alcanza la madurez en el 4to instar con 35 mm de longitud corporal y dura 327 días. Las hembras maduran durante el 5to instar hasta alcanzar 45 mm y con longevidad de 417 días. En total cinco mudas y seis estadios para llegar a la adultez. Estos escorpiones resultaron ser territoriales y mostraron canibalismo durante la cría en cautiverio, a causa de ello se mantuvieron separados.

Sissom et al. (2006) recolectaron una hembra preñada de la especie *Chihuahuanus coahuilae* (Williams, 1968), nacieron 24 crías, pero solamente 14 se criaron por lo que se reportó el tiempo y medidas morfológicas entre ellas, así como la longitud del carapacho: el 2do instar mide 1.33 mm y requiere 150 días, el 3er instar 1.66 mm y 64 días, 4to instar 1.86 mm y 95 días, 5to instar 2.37 mm y 119 días, 6to 2.99 mm y 422 días, 7mo 3.42 mm 835 días, siendo un total de siete mudas y ocho estadios.

En Guerrero, México, Quijano-Ravell et al., (2011) estudiaron el ciclo de vida de la especie *Hoffmannihadrurus gertschi* (Soleglad, 1976) de la familia Hadruridae y determinaron el tiempo entre ecdisis y la longitud del carapacho entre estadios llegando a que el estadio II alcanza 3.80 mm, el estadio III 5.25 mm con el intervalo de tiempo entre mudas que se requiere para los tres primeros estadios es de aproximadamente dos meses, mientras que para los últimos estadios es de un año con las siguientes medidas: estadio IV 6.66 mm, V 10.74 mm y VI 13.64 mm, por lo tanto el alacrán requiere de siete estadios y seis mudas para llegar al estado adulto. En este trabajo se pretende caracterizar las poblaciones de *Mesomexovis* sp. (aff. *variegatus*) y *Vaejovis morelia* que habitan en dos localidades con bosque templado-frío en el municipio de Morelia, Michoacán; así como conocer algunos aspectos ecológicos de las poblaciones durante un ciclo anual, a fin de aportar información bionómica para estas especies y establecer bases para una futura comparación con otras poblaciones del estado y el país.

Materiales y Métodos

El municipio de Morelia, Michoacán se encuentra dentro del Sistema Volcánico Transversal con una extensión territorial de 1,190.25 km² a través de las sierras de Acuitzio, Mil Cumbres, Pico del Tigre y Quinceo. Los Valles más importantes de la región son: Carupo, El Águila, Iranco, Atzimba, Punhuato, Las Ánimas, Sanambo y el Valle de Guayangareo. Los ríos Chiquito, Grande y Guayangareo se encuentran presentes en la región. El Municipio presenta un clima templado con lluvias en verano (Cw), con vegetación variada como bosque mixto de pino, madroño, encino, aile y matorral, subtropical del que entre los árboles más representativos están la acacia, tabachín, mimosa, huamúchil y mezquite. El tipo de suelo es variado como: luvisol, acrisol, andosol, feozem, litosol y vertisol (Correa-Pérez et al., 2003).

El estudio se realizó en dos localidades pertenecientes al municipio de Morelia (Figura 1). La primera denominada como “Jesús del Monte” se encuentra entre las coordenadas 19°39’26” latitud Norte y 101°08’27” longitud Oeste, a una elevación de 2,151 msnm. Presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano; con parches de bosque de encino con grandes áreas desprovistas de vegetación y un tipo de suelo feozem (INEGI, 2009). La segunda localidad llamada “San Miguel del Monte” se encuentra en las coordenadas 19° 36’ 52” de latitud Norte y 101° 9’ 22” de longitud Oeste a una elevación de 2,310 msnm. Registra un clima subhúmedo tropical con lluvias en verano, de humedad media y un tipo de suelo luvisol, con una vegetación de bosque mixto de pino y encino (INEGI, 2009).

En cada una de las localidades se trazó un cuadrante de 400 m². Dentro de cada cuadrante se hizo recolecta directa con un esfuerzo de muestreo de 4hrs/persona (Figura 2), sacrificando a los alacranes en alcohol al 96% y etiquetándolos con sus respectivos datos de captura. Se hicieron cuatro recolectas diurnas, una cada estación del año; para ello se hicieron dos fechas de muestreo cada tres meses: en julio de 2019 (verano), noviembre de 2019 (otoño), febrero de 2020 (invierno) y mayo de 2020 (primavera). En cada muestreo se incluyó la siguiente información: Familia, género, morfoespecie o especie afín, número total de individuos por sitio, sexo, estadio y tipo de vegetación, coordenadas donde fue colectado el ejemplar y altitud.

El material se transportó al Laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz” de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, donde se identificó utilizando la literatura especializada (Soleglad y Fet, 2008; González-Santillán y Prendini, 2013; 2016; López-Miranda et al., 2012, Contreras-Félix y Francke, 2019), así como las descripciones originales de *Vaejovis variegatus* y *Vaejovis morelia*, especies registradas para la zona de estudio.

Para la identificación y caracterización morfológica los ejemplares se revisaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico Zeiss modelo DV4, utilizando 10 machos y 10 hembras adultos de cada población.

En laboratorio se separaron los ejemplares de cada especie de interés, colocándolos en alcohol etílico 96%. El material así conservado se usó posteriormente para extraer DNA y obtener el fragmento de gen mitocondrial RNA16S.

El material biológico se depositó en la Colección Aracnológica de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana (CAFBUM).

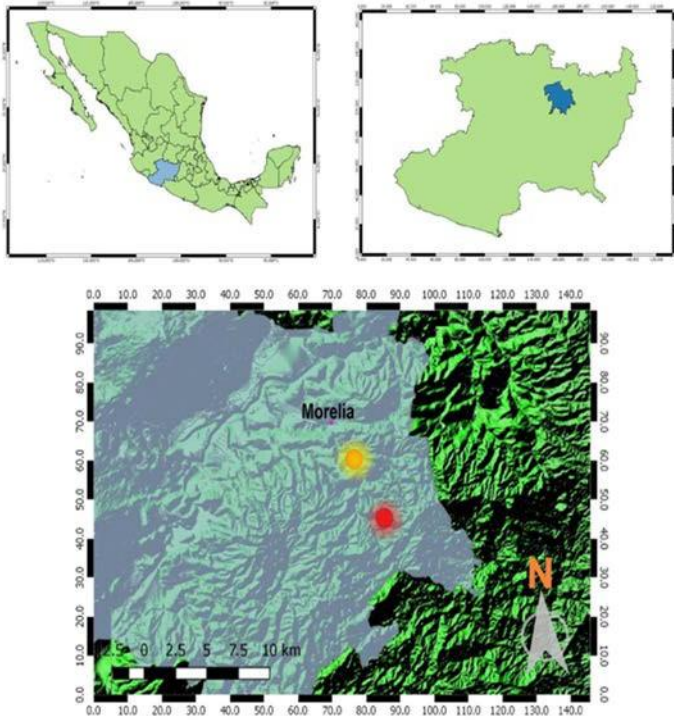


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio en Morelia, Michoacán, México. En amarillo: Jesús del Monte y rojo: San Miguel del Monte.



Figura 2. Instalación de cuadrantes de 400 m² por medio de cuerda con estacas de aluminio en cada esquina y recolecta directa de alacranes ubicados dentro del cuadrante trazado.

Análisis de datos

Se elaboró una matriz de datos en el programa Excel® para determinar la abundancia por especie y la densidad de manera directa a partir del número de individuos recolectados de cada especie de alacrán en un cuadrante de 400 m² expresando el valor en ind/m².

Se determinó la proporción sexual y se probó por medio de una prueba Chi cuadrada. Se determinó el factor de crecimiento utilizando la longitud del carapacho y un factor 1.3 previamente utilizado en otros estudios con alacranes (Sissom y Francke, 1983) y otros artrópodos, con base en la propuesta de Dyar (1890) Iniciando con la longitud promedio de las crías en ínstar I que se encontraron en el dorso de dos hembras recolectadas en diferentes fechas (febrero y mayo) y se usó como referente final la longitud promedio del carapacho de 10 hembras adultas, incluyendo las que se encontraron con crías.

Con 10 machos a los cuales se corroboró que fueran adultos a través de la presencia del espermatóforo, se hizo el mismo procedimiento a partir del tamaño de las crías sobre el dorso de la madre. Considerando que el segmento metasomal V también ha sido consistente para estimar el factor de crecimiento (Francke y Sissom, 1984), también se tomó esta medida a los diferentes ínstares identificados.

La fluctuación poblacional se analizó para las especies de interés para cada uno de los sitios de recolecta y también para toda la zona, usando como referencia la temperatura y la precipitación reportada del Servicio Meteorológico Nacional, con base en las estaciones meteorológicas más cercanas a las localidades de trabajo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-ESMA. Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) (conagua.gob.mx)).

Resultados y Discusión

Durante un ciclo anual se recolectaron 119 escorpiones pertenecientes a la familia Vaejovidae, subfamilia Syntropinae, género *Mesomexovis*. Para la localidad de Jesús del Monte se recolectaron 76 escorpiones (14 ♂♂, 45 ♀♀ y 17 juveniles) y para la localidad de San Miguel del Monte se capturaron 43 individuos (4 ♂♂, 31 ♀♀ y 8 juveniles).

La revisión de 10 individuos hembras y 10 machos permitió determinar que se trata de una especie nueva para la ciencia, afín a *Mesomexovis variegatus* (Pocock, 1898), especie correspondiente a la subfamilia Syntropinae y reportada por Ponce-Saavedra y Quijano-Ravell (2020) como habitante de esta parte del estado de Michoacán. El resto de los individuos recolectados correspondió a la especie *Vaejovis morelia* Miranda-López, Ponce-Saavedra y Francke, 2012, la cual pertenece a la subfamilia Vaejovinae y al grupo “mexicanus”. En la localidad de Jesús del Monte se recolectaron 37 escorpiones (8 ♂♂, 26 ♀♀ y 4 juveniles) mientras que en San Miguel del Monte fueron 114 individuos (8 ♂♂ 100 ♀♀ y 4 juveniles).

Mesomexovis sp., se distribuye en la parte sur del municipio de Morelia, Michoacán, encontrándose en las localidades de Jesús del Monte, lugares alejados a los “Filtros viejos”, San Miguel del Monte e Ichaqueo, preferentemente en bosques alterados.

Fluctuación poblacional

Durante todo el año en Jesús del Monte la abundancia relativa de adultos de *Mesomexovis* sp. es similar durante primavera, verano e invierno, pero no para otoño, donde se presenta la mayor abundancia. La abundancia relativa mayor de juveniles fue en invierno y posteriormente en primavera, época en la que tanto los adultos como los juveniles disminuyen drásticamente (Figura 3a). Para verano la abundancia relativa de adultos se mantiene similar al periodo de primavera, pero la abundancia de los juveniles se incrementa, al mismo tiempo que las lluvias se presentan con mayor intensidad con una precipitación de 241.9 mm/m². Al inicio de la época de otoño las lluvias cesan y la abundancia de juveniles sigue en ascenso mientras que los adultos alcanzan el pico máximo (Figura 3a). Durante todo el año la temperatura ambiental no presenta cambios importantes por estación; pero se puede generalizar que las mayores abundancias se presentaron en la época de secas.

En San Miguel del Monte la abundancia relativa de adultos es similar en las épocas de otoño e invierno; y en el caso de los juveniles, la abundancia es similar casi todo el año, excepto en otoño.

En invierno el número de adultos alcanza el pico máximo y los juveniles se mantienen con una abundancia relativa baja. Para primavera los adultos disminuyen en abundancia de manera importante mientras que la abundancia de juveniles es semejante al periodo de invierno (Figura 3b).

En verano el número de adultos es ligeramente mayor y no se recolectaron juveniles, a pesar de que las lluvias se presentan con mayor intensidad. En otoño los adultos son más abundantes y los juveniles aparecen con el pico más alto del año. La temperatura promedio no presenta cambios considerables en el transcurso del año por lo que su influencia debe ser poco importante. Al igual que en la otra localidad, hubo mayor número de escorpiones en las épocas secas (Figura 3b).

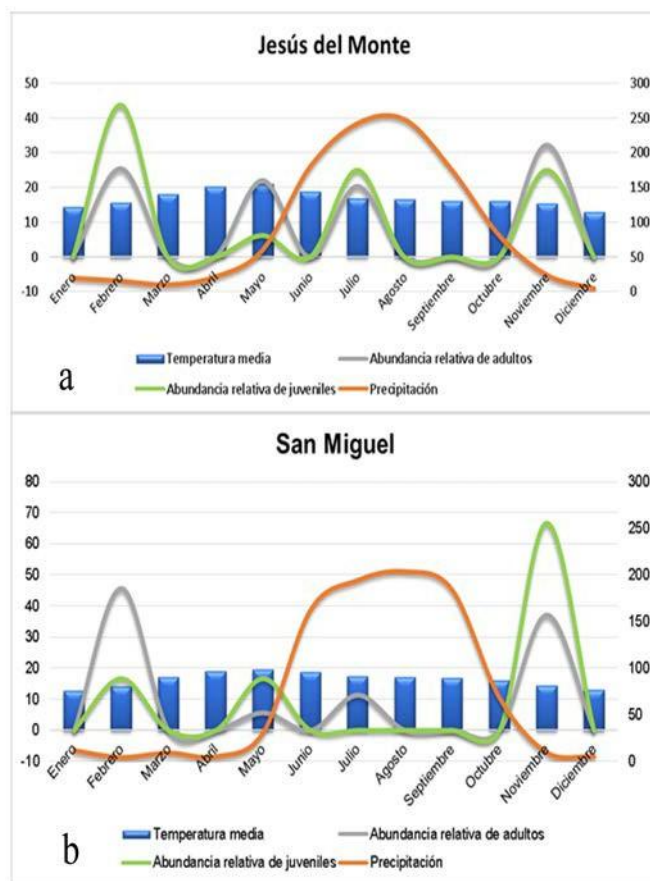


Figura 3. Fluctuación poblacional con respecto a la temperatura y precipitación en *Mesomexovis* sp., recolectados durante un ciclo anual en ambas localidades (datos de temperatura y precipitación promedio tomado de IMPLAN MORELIA MX).

Las mayores abundancias de machos adultos de *Mesomexovis* sp. durante noviembre parecen coincidir con lo que ocurre con otras especies de alacranes, como lo reportado por Yamaguti y Pinto-Da-Rocha (2006), para *Testhylus aurantiurus*, donde la mayor abundancia de machos adultos se observó en los meses de septiembre a noviembre, a excepción de las hembras que se presentaron de junio a enero; en otras especies como *Microtityus jaumei* se ha reportado la mayor abundancia de machos después de las lluvias (Riquelme y Colombo, 2011), al igual que en este estudio donde se observaron abundancias altas de machos adultos de *Mesomexovis* sp., justamente después de las lluvias, en noviembre para ambas localidades. En cuanto a las hembras de *Mesomexovis* sp., se encuentran presentes todo el año, al igual que en las poblaciones de *Microtityus jaumei*, donde se observaron presentes el resto del año para ese estudio (Riquelme y Colombo, 2011).

La mayor abundancia de juveniles en Jesús del Monte se hizo presente a principios del año en invierno y en San Miguel del Monte hacia finales en otoño, en ambos casos la precipitación es media-baja, con escasa lluvia en las dos estaciones y en ambas localidades, por lo que las lluvias con precipitaciones altas podrían indicar que hay menor disponibilidad de presas o que las hembras se encuentran en etapa gestante en ambas localidades, y eso se refleja en menor abundancia de juveniles durante la época de lluvias.

Vaejovis morelia se distribuye desde las partes bajas de la cuenca del Río Chiquito, incluyendo el área urbana de la ciudad de Morelia en donde se encuentra la localidad tipo, hasta zonas altas de la cuenca en áreas como Ichaqueo a 2300 msnm. Es una especie con mayor sensibilidad ante los cambios en su hábitat, por lo que en ambientes altamente perturbados su abundancia es muy escasa.

La abundancia relativa de escorpiones adultos de *Vaejovis morelia* en la localidad de Jesús del Monte es parecida en otoño e invierno. En invierno presentaron una abundancia media alta, sin presencia de juveniles mientras que en primavera la abundancia de adultos disminuye en tanto que la abundancia de juveniles solamente se registra en primavera y otoño, ya que en las otras dos estaciones no se encontraron ejemplares (Figura 4a). En otoño se reporta el pico máximo de adultos y juveniles para la época. En general, la mayor abundancia para adultos y juveniles se reporta en la época de secas. Igual que en la otra localidad las temperaturas promedio no presentaron cambios significativos en todo el año, por lo que su efecto en la abundancia de animales capturados durante el día no parece de importancia (Figura 4a).

Para la localidad de San Miguel del Monte, la abundancia relativa de adultos y juveniles durante el año es diferente a lo ocurrido en la otra localidad. En invierno se presenta el pico máximo de escorpiones adultos y sin presencia de juveniles, mientras que, para primavera la abundancia de adultos desciende drásticamente y los juveniles siguen sin ser capturados.

A inicios del verano, la abundancia de adultos asciende y los juveniles aparecen con el pico máximo de abundancia. En otoño los adultos incrementan su abundancia y los juveniles disminuyen al tiempo que las lluvias dejan de presentarse. En general, las mayores abundancias se presentaron en la época seca y en tanto que la temperatura promedio en el ambiente no tuvo cambios importantes (Figura 4b).

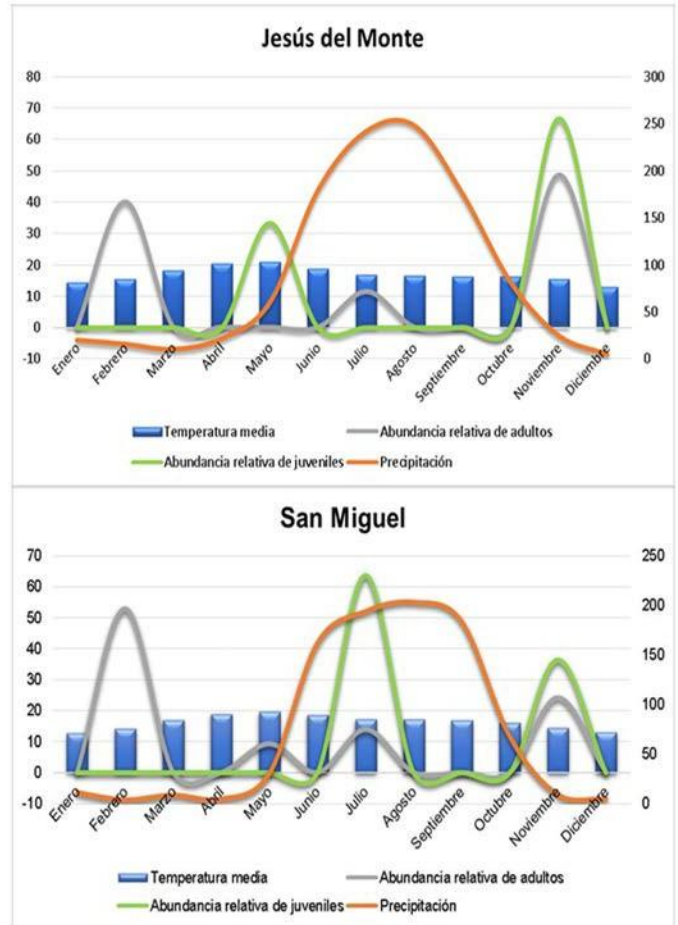


Figura 4. Fluctuación poblacional con respecto a la temperatura y precipitación en *Vaejovis morelia* recolectados durante un ciclo anual en ambas localidades (datos de temperatura y precipitación promedio tomado de IMPLAN MORELIA MX).

Estimación del factor de crecimiento.

Mesomexovis sp.

Esta especie de escorpión se ajusta a un factor de crecimiento 1.3 previamente utilizado en alacranes (Franke y Sissom, 1984; Quijano-Ravell, et al., 2011, Guzmán-Pérez, 2015, Teruel y Piorno, 2006). Las crías en ínstar I midieron en promedio de longitud de su carapacho $1.31 \text{ mm} \pm 0.06 \text{ mm}$ (n= 58).

Con estos datos se hizo la estimación del tamaño promedio para los siguientes instares, hasta alcanzar la estimación del tamaño promedio de los adultos \pm el error estándar para la media, utilizando primero el factor 1.27 propuesto por Dyar (1980) y después 1.3, el cual se ajustó mejor a los datos observados al aplicar una prueba *t* de Student, corroborando la sugerencia de Sissom y Francke (1983).

Con esta información se puede resumir que las hembras adultas alcanzan una longitud promedio del carapacho de $6.31 \text{ mm} \pm 0.37 \text{ mm}$ y longitud promedio del SMV (segmento metasomal cinco) de $6.29 \text{ mm} \pm 0.22 \text{ mm}$. Las hembras representan una longitud corporal promedio de $42.29 \text{ mm} \pm 2.58 \text{ mm}$ en la adultez y requieren de seis mudas antes de alcanzar el estado adulto (Cuadro 1).

En machos, el adulto mide en promedio $33.31 \text{ mm} \pm 2.45 \text{ mm}$ de longitud corporal, $4.8 \text{ mm} \pm 0.08 \text{ mm}$ de longitud del carapacho y la longitud promedio del SMV es $4.7 \text{ mm} \pm 0.24 \text{ mm}$, dato que corresponde en nuestra estimación con el factor de crecimiento 1.3 al instar seis, lo que sugiere que en este sexo se alcanza la madurez después de la quinta muda y por tanto los machos adultos son ligeramente menores en longitud corporal a las hembras.

Esta conclusión es válida si se considera que cuando están en el dorso de la madre, todas las crías son del mismo tamaño independientemente del sexo (Cuadro 1).

Vaejovis morelia

En esta especie, el factor de crecimiento que mejor se ajusta es de 1.26, previamente utilizado en otros estudios, muy cercano al valor de Dyar (1890).

Se determinó que las hembras adultas tienen una longitud promedio del carapacho $3.31 \text{ mm} \pm 0.33$, longitud promedio del SMV (segmento metasomal cinco) $3.07 \text{ mm} \pm 0.11$. Para las hembras se sugiere tienen cinco mudas antes de alcanzar una longitud corporal de $21.7 \text{ mm} \pm 1.8$ en el estado adulto (Cuadro 2). Los machos adultos tienen una media de 2.6 mm de longitud del carapacho ± 0.26 y longitud promedio del SMV de $2.93 \text{ mm} \pm 0.34$. La longitud corporal promedio es de 18.2 ± 1.33 .

Las crías del primer instar tuvieron en promedio $1.04 \text{ mm} \pm 0.11 \text{ mm}$ de longitud del carapacho ($n= 7$) y al aplicar el factor de crecimiento 1.26 se tuvo un buen ajuste al tamaño observado en los carapachos de los adultos (Cuadro 2).

En función de esto se establece que los machos requieren de cuatro mudas para poder alcanzar el estado adulto, es decir se alcanza la madurez sexual después del cuarto instar, uno menos que las hembras, lo que se refleja como una característica de dimorfismo sexual.

Épocas de alumbramiento

Para *Mesomexovis* sp. en este estudio se pueden detectar dos posibles épocas de partos en ambas localidades. La primera generación nace a finales de febrero hasta comienzos de abril, para la que se supone serán los instares IV a VI y adultos registrados en julio-agosto del siguiente año. Un segundo momento de alumbramientos son las crías que nacen en mayo-julio y que llegan en instares IV-VI y adultos en noviembre-diciembre del siguiente año. Esto quiere decir que la gestación puede ser de 4 ó 7 meses, de acuerdo con las fechas en que se encontraron hembras con crías en el dorso y el ciclo hasta llegar a la madurez sexual al menos es de un año. Probablemente la especie tiene más de una época reproductiva al año (Cuadro 3).

Para la población de *Vaejovis morelia* se detectó un parto en el mes de febrero, dicha generación representa a los instares IV y VI que se observan en el mes de noviembre del siguiente año (Cuadro 4). Esta especie posiblemente tarda 12 a 16 meses en completar su ciclo de vida; sin embargo, es necesario obtener más crías para tener un estudio más completo de la especie y hacer el seguimiento del ciclo en condiciones de cautiverio.

Densidad

***Mesomexovis* sp.**

Las estimaciones de densidad para *Mesomexovis* sp. son más altas en Jesús del Monte (verano con 88 alacranes por hectárea; otoño 63, invierno 61 y finalmente en primavera con 38 alacranes) (Figura 5a). El sitio se encuentra perturbado por diferentes actividades como ganadería, agricultura, ladrillera y actividades deportivas con vehículos motorizados, lo cual aparentemente tiene un impacto positivo en la abundancia de esta especie.

En San Miguel del Monte en otoño e invierno se estiman 47 alacranes por hectárea y en primavera 8; por lo tanto, se constata que las diferencias en las condiciones de perturbación del bosque generan diferencia entre la densidad de las poblaciones de *Mesomexovis* sp. como ya anteriormente se había sugerido por Quijano-Ravell y Ponce-Saavedra (2012). El hábitat común para esta especie fue debajo de rocas y se concentró en zonas claramente perturbadas con pocos o ningún árbol y con algunas herbáceas, en general áreas con menor cobertura arbórea en ambas localidades (Figura 5b).

Vaejovis morelia

En Jesús del Monte se encontró la densidad más baja (3 alacranes por hectárea) en primavera, durante el verano 8, invierno 39 y la densidad más alta en otoño con 53. La mayor densidad de *V. morelia* se encontró en áreas con bosque de encino y pino-encino en buen estado de conservación en zonas altamente perturbadas no se encontró ningún organismo, lo mismo que ocurrió en zonas con árboles de eucalipto (Figura 6a).

Si usamos el valor más aceptado: 1.3							
Datos Instar 1	instar 2	instar 3	instar 4	instar 5	instar 6	instar 7	Datos hembras adultas
Media= 1.31	1.70	2.24	2.94	3.82	4.86	6.46	Media: 6.44
Destand= 0.06	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06	SD: 0.01
Rango 1.2	1.68	2.22	2.91	3.79	4.81	6.40	Rango: 6.3-6.7
Rango: 1.4	1.72	2.26	2.97	3.86	4.90	6.52	Eest.: 0.00
Error Est: 0.012						Intervalo	Sup= 6.45
Media±EE: 1.31 - 1.33						Confianza	Inf= 6.43
						t con 7 gl:	2.36

MACHOS ADULTOS							
Si usamos el valor más aceptado: 1.3							
Datos Instar 1	instar 2	instar 3	instar 4	instar 5	instar 6	Promedio=	4.70
Media= 1.31	1.7	2.21	2.87	2.87	4.86	DS=	0.24
Destand= 0.06	0.015	0.02	0.026	0.03	0.045	Eest.:	0.08
Rango 1.2	1.68	2.19	2.8	3.70	4.81	Intervalo Confianza:	4.87
Rango: 1.4	1.71	2.22	2.9	3.77	4.90		4.53
Error Est: 0.012						t con 9 gl	2.26
Media±EE: 1.31 - 1.33							

Cuadro 1. Número de mudas que se requieren para alcanzar la madurez en *Mesomexovis* sp.

J. del Monte	Adultos			Adultos			Adultos			Adultos		
Instar	I_III; I_IV; I_V			I_I; I_V; I_VI			I_II; I_III; I_IV			I_III; I_IV;		
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Instar 1					20							
Instar 2							2					
Instar 3			1				2				2	
Instar 4			3				1				1	
Instar 5			2		2							
Instar 6					1							
Adulto H			14		11		8				12	
Adulto M			1		2		4				7	

San Miguel del Monte	Adultos			Adultos			Adultos			Adultos		
Instar	I_I; I_IV; I_VI			I_VI;			I_IV; I_VI					
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Instar 1		40										
Instar 2												
Instar 3												
Instar 4			1								4	
Instar 5												
Instar 6			1				1				1	
Adulto H			14		2		4				11	
Adulto M			2		0		0				2	

Cuadro 2. Comparación de registro entre localidades para juveniles y adultos de *Mesomexovis* sp. encontrados en las dos localidades en estudio.

Si usamos el valor más aceptado: 1.26						Hembras adultas	Datos hembras adultas	
instar							Media:	3.11
Media= 1.04	instar. I2	instar. I3	instar. I4	instar. I5	instar. I6		SD:	0.14491
Destand= 0.11	1.30	1.63	2.04	2.55	3.06		Rango:	2.9-3.1
Rango 0.9	1.25	1.57	1.96	2.45	3.30		Eest.:	0.046
Rango: 1.2	1.35	1.69	2.11	2.64	3.44			
Error Est. 0.04158						Intervalo	Sup=	3.21
Media±EE = 1.00-1.08						Confianza	Inf=	3.01
							t con 9 gl:	2.2622

Si usamos el valor más aceptado: 1.26					MACHOS ADULTOS			
instar								
Media= 1.04	instar. I2	instar. I3	instar. I4	instar. I5		Datos machos adultos		
Destand= 0.11	1.31	1.66	2.09	2.63		Media:	2.59	
Rango 0.9	1.26	1.59	2.01	2.53		SD:	0.05	
Rango: 1.2	1.36	1.72	2.17	2.73		Rango:	2.5-2.7	
Error Est. 0.04158						Eest.:	0.02	
Media±EE = 1.00-1.08								
					Intervalo	Sup=	2.63	
					Confianza	Inf=	2.56	

Cuadro 3. Número de mudas que se requieren para alcanzar la madurez en *Vaejovis morelia*.

Jesús del Monte	Adultos				Adultos				Adultos			
Instar					I						IV, V, V	
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviembre	Diciembre
Instar 1												
Instar 2												
Instar 3												
Instar 4						1						1
Instar 5												2
Instar 6												
Adulto H		13			0			2				11
Adulto M		1			0			1				6
San Miguel del Monte	Adultos				Adultos				Adultos			
Instar		I					III, III				III	
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviembre	Diciembre
Instar 1		7										
Instar 2												
Instar 3							2					1
Instar 4												
Instar 5												
Instar 6												1
Adulto H		52			10			14				11
Adulto M		5			0			1				6

Cuadro 4. Comparación de registro entre localidades para juveniles y adultos de *Vaejovis morelia* encontrados en las dos localidades en estudio.

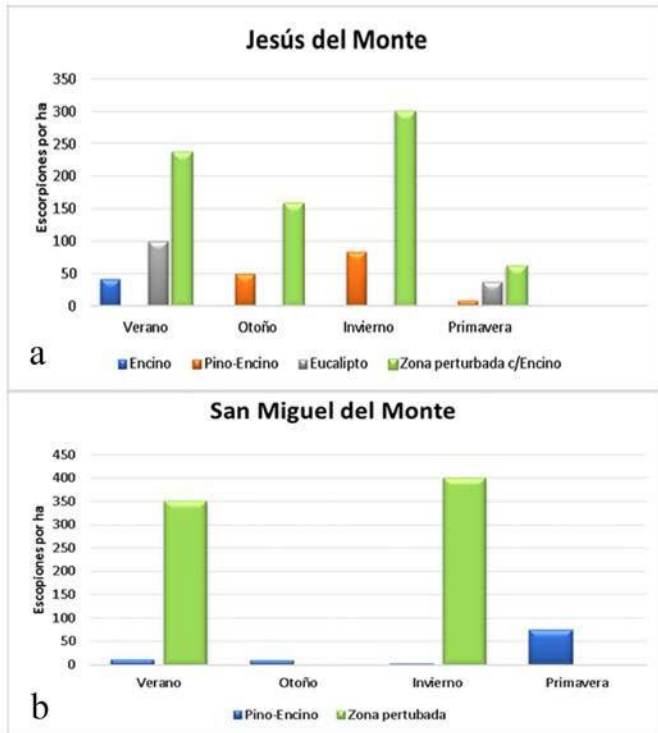


Figura 5. Densidad de *Mesomexovis* sp. reportada en ambas localidades respecto al tipo de vegetación en la localidad.

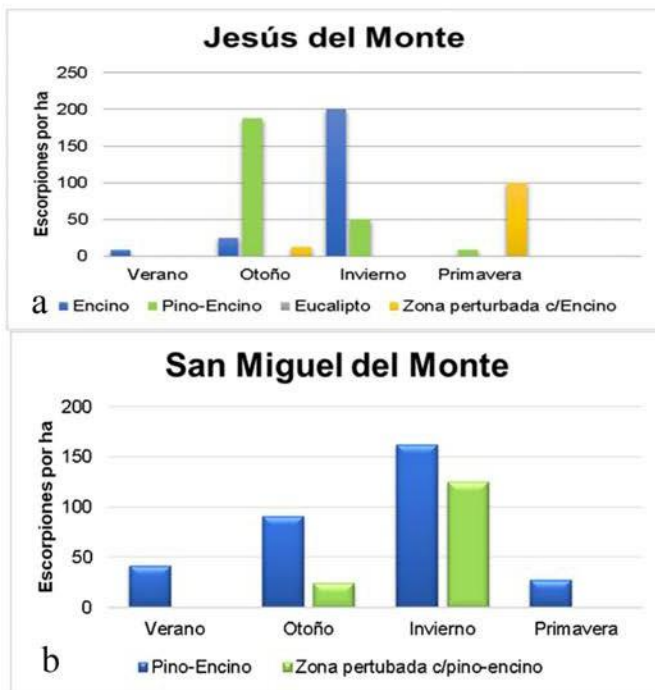


Figura 6. Densidad de *Vaejovis morelia* reportada en ambas localidades respecto al tipo de vegetación general.

Esta especie claramente se asocia con las condiciones de bosque de encino y pino-encino, más que con otro tipo de vegetación, lo que puede ocurrir con diversas especies y la vegetación en que viven (Polis, 1990), lo que también encontraron Augusto et al. (2006) con los géneros *Brachistosternus* y *Caraboctonus* en Chile.

En San Miguel del Monte durante primavera se registró una densidad de 27 alacranes por hectárea, en verano 42, en otoño 83 y la densidad mayor en invierno con 158 individuos por hectárea (Figura 6b). Contrario a Jesús del Monte, en esta zona la presencia de *V. morelia* es mayor, lo que puede explicarse por el estado de conservación del área, ya que la mayor parte del sitio se encuentra cubierto por el bosque de pino-encino, solo con algunos parches descubiertos, debido a la práctica del pastoreo y la tala de árboles, lo que indica que esta especie es más sensible a la perturbación que *Mesomexovis* sp.

Proporción sexual

***Mesomexovis* sp.**

Considerando el total de los alacranes recolectados, para la localidad de Jesús del Monte con una prueba de Xi-cuadrada se determinó que la proporción sexual es distinta de 1:1 con mayor proporción de hembras. Estacionalmente la proporción sexual en primavera es diferente de 1:1; en verano y otoño la proporción sexual estadísticamente es de 1:1, con dominancia de hembras; mientras que, en el invierno la diferencia entre hembras y machos es tan alta que estadísticamente ya no se tiene proporción 1:1 y se declara mayor proporción de hembras. En la localidad de San Miguel del Monte, considerando toda la muestra, la proporción sexual no es 1:1 y estadísticamente se determinó dominancia de hembras ($p < 0.05$). Estacionalmente solo en primavera la proporción es de 1:1, para verano, otoño e invierno la proporción es estadísticamente diferente de 1:1 y se demuestra la dominancia de las hembras, aunque la muestra fue muy pequeña, sobre todo en primavera.

Deberá considerarse que es muy probable que los machos tengan una actividad mucho mayor y por tanto mayor capturabilidad durante la noche; pero debido a situaciones de seguridad en la zona, no se pudo hacer este tipo de trabajo.

Vaejovis morelia

Con la proporción sexual con los ejemplares capturados durante todo el año en Jesús del Monte se obtuvo diferencia estadística con respecto al 1:1, estacionalmente, en verano y otoño la proporción sexual 1:1 no se puede rechazar, en primavera no hubo recolectas y en invierno la proporción sexual es distinta de 1:1 con mayor cantidad de hembras. En la localidad de San Miguel del Monte la proporción sexual total con los ejemplares capturados durante todo el año no fue estadísticamente 1:1 con dominancia de hembras.

Estacionalmente, en cada estación del año la proporción sexual registrada fue diferente de 1:1. Se sugiere que la época reproductiva para *V. morelia* en ambos sitios es entre otoño e invierno debido a la presencia de mayor número de machos en esas épocas en las que salen en busca de pareja y es más fácil capturarlos (Cuadro 8).

La proporción sexual de *Mesomexovis* sp. y *V. morelia* es análogo a especies como *Bothriurus asper* Pocock, 1893, *Bothriurus rochai* Mello-Leitão, 1932, *Bothriurus bonariensis* (C.L. Koch, 1842) y *Urophonius iheringii* Pocock, 1893, que en Sudamérica se han registrado poblaciones con una proporción sexual diferente de 1:1 en un año (Araujo, et al., 2010, Toscano-Gadea, 2013), pero difiere en cuanto a la dominancia, ya que en este estudio las hembras son más dominantes, contrario a lo observado en esas especies.

Por otro lado, el que en especies de Vejovidae las hembras se desplacen menos que los machos en épocas reproductivas, disminuye el riesgo de ser depredadas, lo que es probable se esté reflejando en las proporciones sexuales registradas en este trabajo (Polis, 1990).

Es de destacar el comportamiento reproductivo que coincide en otoño para ambas especies, y difiere de especies como *Centruroides ornatus* (Quijano-Ravel y Ponce-Saavedra, 2015), y *Centruroides balsasensis* (Ponce-Saavedra y Francke, 2004) en las que los machos salen en busca de pareja antes de la época de lluvias.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo económico recibido en 2023 que sirvió para el desarrollo del trabajo de campo y de laboratorio necesario para la tesis de Licenciatura del primer autor.

LITERATURA CITADA

- Agosto, P., C. I. Mattoni, J. Pizarro-Araya, J. Cepeda-Pizarro, y F. López-Cortés.** 2006. Comunidades de escorpiones (Arachnida: Scorpiones) del desierto costero transicional de Chile. *Revista chilena de historia natural.* (4) 79:407-421.
- Araújo C. S., D. M. Candido, H. F. P. De Araújo, S. C. Dias y A. Vasconcellos.** 2010. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. *Zoologia.* (3) 27: 372-376.
- Álvarez, D., D. Gómez, J. Martínez, H. Mendoza, y S. Ruiz.** 2013. Uso de microhábitat por escorpiones en un relicto de bosque seco tropical del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Entomología.* (2) 39: 301- 304.
- Bradley, R. A., y A. J. Brody.** 1983. Relative abundance of three vaejovid 44 scorpions across a habitat gradient. *Journal of Arachnology.* 437-440. Cala-Riquelme, F., y M. Colombo. 2011. Ecology of the scorpion, *Microtityus jaumei* in Sierra de Canasta, Cuba. *Journal of Insect Science.* (1)11.
- Carolina Ureta, Edgar J. González, Mercedes Ramírez-Barrón, Gerardo A. Contreras-Félix y Santibáñez-López. Carlos E.** 2020. Climate change will have an important impact on scorpion's fauna in its most diverse country, Mexico. *Perspectives in Ecology and Conservation.* *Associação Brasileira de Ciência Ecológica e Conservação.* 18 (2): 116- 12., <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.04.003>.
- Contreras-Félix, G. A. y O. F. Francke.** 2019. Taxonomic revision of the "mexicanus" group of the genus *Vaejovis* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones: Vaejovidae). *ZOOTAXA.* (1) 4596: 1-100.
- Correa, P. G., V. Durán y C. I. López.** 2003. Características geográficas de los municipios. *In: Durán C. V. y F. Sevilla P. (eds.). Atlas Geográfico del Estado de Michoacán. Segunda Edición. Editorial y Distribuidora EDDISA, S. A. de C. V. México.* 308.
- Dyar, Harrison G.** 1890. "The Number of Molts of Lepidopterous Larvae". *Psyche.* (175-176) 5: 420-422.
- Francke, O. F.** 1977. Two emendations to Stahnke's (1974) Vaejovidae revision (Scorpionida, Vaejovidae). *Journal of Arachnology,* (2) 4: 125- 135.
- Francke, O. F., y W. D. 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,* 1-20.
- Francke, O. F.** 2014. Biodiversidad de Arthropoda (Chelicerata: Arachnida ex Acari) en México. *Revista mexicana de biodiversidad.* 85: 408-418. Germain, M. S. 2007. Los escorpiones. Ed. Vecchi de Barcelona S. A. U. España. 7, 8, 9.

- Gómez, J. P., P. Velásquez, M. Saldarriaga, A. Díaz, y R. Otero.** 2002. Aspectos biológicos y ecológicos del escorpión *Tityus fuhrmanni* (Kraepelin, 1914), en poblaciones del cerro El Volador y barrios aledaños de la ciudad de Medellín. *Actual Biol.* (77) 24:103-111.
- González-Santillán, E. y L. Prendini.** 2013. Redefinition and generic revision of the North American Vaejovid Scorpion Subfamily Syntropinae Kraepelin 1905 with descriptions of six new genera. *Bulletin of the American Museum of Natural History.* 382: 71.
- González-Santillán, E. y L. Prendini.** 2016. Systematic revision of the North American Syntropinae Vaejovid Scorpion genera *Maaykuyak*, *Syntropis*, and *Vizcaino*, with description of the adults of *Syntropis williamsi*. *Bulletin of the American Museum of Natural History.* 405: 67.
- Guzmán, V.** 2015. Ciclo de vida y estructura poblacional de *Centruroides ornatus* Pocock, 1902 (Scorpiones: Buthidae) en la cuenca del Lago de Cuitzeo. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Michoacán.
- INEGI.** 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. <http://www.inegi.gob.mx>. Último acceso: 03 de febrero de 2020.
- Kaltsas, D., y M. Mylonas.** 2007. The population structure of *Mesobuthus gibbosus* (Scorpiones: Buthidae) on Koufonisi Island (central Aegean Archipelago, Greece). *Euscorpius.* (55): 1-8.
- Loria, S. F., y Prendini, L.** 2014. Homology of the lateral eyes of Scorpiones: a six-ocellus model. *Revista PLoS One,* (12).
- Martínez, Y. L., M. José, F. D. Fernández, D. C. Santoyo, A. P. León, y R. R. Rivalulla.** 2016. Notas sobre la población de *Rhopalurus junceus* (Herbst 1800)-(Scorpiones: Buthidae) en la localidad Soroa, municipio Candelaria, Artemisa, Cuba. *ECOVIDA.* (1) 6: 85-101.
- McReynolds, C. N.** 2004. Temporal patterns in microhabitat use for the scorpion *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius.* 17: 35-45.
- Miranda-López, E. P., Ponce-Saavedra, J., y O. F. Francke,** 2012. Una especie nueva de Vaejovis (Scorpiones: Vaejovidae) del centro de México. *Revista mexicana de biodiversidad.* (4) 83:966-975.
- Miranda-López, E. P.** 2012. ANÁLISIS SISTEMÁTICO DEL COMPLEJO "PUSILLUS" (SCORPIONES: VAEJOVIDAE) EN MÉXICO. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Michoacán. 154.
- Miranda-López, E., Ponce-Saavedra, J. y O. F. Francke.** 2010. Situación taxonómica y distribución actual de *Vaejovis pusillus* Pocock (Scorpiones: Vaejovidae). *Ciencia Nicolaita.* 52: 56-62.
- Monod, L., Cauwet, L., González-Santillán, E., y Huber, S.** 2017. The male sexual apparatus in the order Scorpiones (Arachnida): a comparative study of functional morphology as a tool to define hypotheses of homology. *Frontiers in zoology,* (1) 14, 1-48.
- Moreno, C. E.** 2001. ORCYT-UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa SEA. 1-84.
- Morrone, J. J.** 2000. Sistemática, Biogeografía, Evolución. Los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio. Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera', Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Odchov.** 2005. *Vaejovis variegatus* (The scorpion *Vaejovis variegatus*). *Akva Tera Fórum.* (6) 1:58-61.
- Pizarro-Araya, J., Ojanguren-Affilastro, A., López-Cortés, F., Agosto, P., Briones, R., y J. Cepeda-Pizarro.** (2014). Diversidad y composición estacional de la escorpiofauna (Arachnida: Scorpiones) del archipiélago Los Choros (Región de Coquimbo, Chile). *Gayana (Concepción),* (1) 78:46-56. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382014000100007>
- Pocock, R. I. 1902.** Arachnida: Scorpiones, Pedipalpi and Solifugae. *Biología Centrali Americana.* 4-12.
- Polis, G. A.** 1990. Anatomy and Morphology. In: Hjelle, J. T. (Ed). *The biology of Scorpions.* Stanford University Press. Stanford, California. 8-10.
- Polis, G. A.** 1990. Introduction. In: Polis, G. A. (Ed). *The biology of Scorpions.* Stanford University Press. Stanford, California. 1-4.
- Ponce-Saavedra, J.** 2003. Ecología y Distribución del Género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae), en la Depresión del Balsas en el Estado de Michoacán. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Ponce-Saavedra, J., Francke, O., y H. Suzán.** 2006. Actividad superficial y utilización del hábitat por *Centruroides balsasensis* Ponce y Francke (Scorpiones: Buthidae). *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias.* (1) 8: 130-137.
- Ponce-Saavedra J., O. F. Francke, H. Cano-Camacho y E. Hernández-Calderón.** 2009. Evidencias morfológicas y moleculares que validan como especie a *Centruroides tecomanus* (Scorpiones: Buthoidea). *Revista Mexicana de Biodiversidad,* 80: 71-84.
- Ponce-Saavedra, J. y O. F. Francke.** 2013. Actualización taxonómica sobre alacranes del Centro Occidente de México. *Dugesiana.* 20: 2.
- Ponce-Saavedra, J., y A. F. Quijano-Ravell.** 2020. La Familia Diplocentridae (Arachnida: Scorpiones) Del Estado De Michoacán, México. *Entomología mexicana.* (7) 7:47-53.

- Quijano-Ravel, A. F. y J. Ponce-Saavedra.** 2014. Actualización taxonómica y distribución de los alacranes del Estado de Michoacán. *Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.* (2) 16: 17-22.
- Quijano-Ravell, A. F. y J. Ponce-Saavedra.** 2015. Estructura poblacional de *Centruroides ornatus* (Scorpiones: Buthidae) en la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México. *Revista ibérica de aracnología.* (27), 35-44.
- Quijano-Ravell, A. F., J. Ponce-Saavedra, y O. F. Francke.** 2011. Ciclo de vida de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones: Luridae) en una localidad del Estado de Guerrero, México. *Revista Iber. J. Zool.* 19: 133-145.
- Quijano-Ravell, A. F., J. Ponce-Saavedra, y O. F. Francke.** 2012. Densidad, distribución espacial y biomasa de *Hadrurus gertschi* Soleglad (Scorpiones: Luridae) en una localidad de Guerrero, México. *Iber. J. Arachnol.* 20: 35-43.
- Quijano-Ravell, A. F., y Ponce-Saavedra, J.** (2016). Aspectos generales sobre la historia de vida de *Centruroides ornatus* Pocock (Scorpiones: Buthidae) en la Cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie),* (1) 1: 1-9.
- Rein, J. O.** 2025 *Scorpion Files.* (Ed). <https://www.ntnu.no/ub/scorpion-files/>. Último acceso: 18 / 05/ 2025.
- Rodríguez Sauno, C. C.** 2016. Caracterización morfológica de los hemispermatóforos de ocho especies de alacranes de la familia Buthidae (Arachnida: Scorpiones) de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, Michoacán. 29-59.
- Shehab, A. H., Z. S. Amr, y J. A. Lindsell.** 2011. Ecology and biology of scorpions in Palmyra, Syria. *Turkish Journal of Zoology.* (3) 35:333-341.
- Sissom W. D., y O. F., Francke.** 1985. Redescriptions of some poorly known species of the nitidulus group of the genus *Vaejovis* (Scorpiones, Vaejovidae). *Journal of Arachnology,* 243-266.
- Sissom, W. D.** 2000. Family Vaejovidae Thorell 1876. In *Scorpions of the world (1758-1998)*, V. Fet, W. D. Sissom, G. Lowe y M. Braunwalder (eds.). *Catalog of the New York Entomological Society.* 503-553
- Sissom, W. D., Mc West, K. J. y A. L. Wheeler.** 2006. Additional notes on the post-birth development of the scorpion *Vaejovis coahuilae* Williams (Vaejovidae). *The Journal of Arachnology.* (1) 34: 231-233.
- Soleglad, M. E. y V. Fet.** 2008. Contributions to Scorpion Systematics. III. Subfamilies Smeringurinae and Syntropinae (Scorpiones: Vaejovidae). *Euscorpius.* 71
- Soleglad, M. E., y Fet, V.** 2006. Contributions to scorpion systematics. II. Stahnkeini, a new tribe in scorpion family Vaejovidae (Scorpiones: Chactioidea). *Euscorpius.* 2006 (40), 1-32.
- Solis-Rojas C.** 1992. Dispersión espacial y fluctuación poblacional de *Centruroides vittatus* Say (Scorpionida: Buthidae) en el municipio de Guadalupe, Nuevo León, con observaciones sobre depredación en el orden Orthoptera.. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, México N.L. 42.
- Stahnke H. L.** 1973. Revision and keys to the higher categories of Vejovidae (Scorpionida). *Journal of Arachnology,* 107-141.
- Teruel, R. I. Piorno.** 2006. Desarrollo postembrionario de *Heteronebo bermudezi morenoi* (Armas 1973), escorpión endémico de Cuba. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa,* 2006, (1) 38: 177-180.
- Toscano-Gadea C. A.** 2013. La fauna de escorpiones de dos áreas forestadas de Uruguay. *Bol Soc Zool Urug,* (1) 22: 1-11.
- Towler, W. I., J. Ponce-Saavedra, B. Gantenbein y V. Fet.** 2001. Mitochondrial DNA reveals a divergent phylogeny in tropical *Centruroides* (Scorpiones: Buthidae) in Mexico. *Biogeografía.* 77:157-172.
- Triplehorn, C. A. y N. F. Johnson.** 2005. *Borrór and DeLong's Introduction to the Study of Insects.* 7a Edición. Thomson Brooks/Cole, U.S.A., 117.
- Vachon. M.** 1980. Essai d'une classification sous-générique des Scorpions du genre *Scorpiops* Peters, 1861 (Arachnida, Scorpionida, Vaejovidae). *Bulletin Muséum national d'Histoire naturelle, Francia, Paris,* 61.
- Vinnedge, J. E., y Gaffin, D. D.** 2015. Determination of in-lab site fidelity and movement patterns of *Paruroctonus utahensis* (Scorpiones: Vaejovidae). *The Journal of Arachnology,* (1) 43, 54-58.
- Yamaguti, H. Y., y R. Pinto-da-Rocha.** 2006. Ecology of *Thestylus aurantiurus* of the parquet Estadual da serra da cantareira, saopaulo, Brazil (Scorpiones, Bothriuridae). *The Journal of Arachnology.* (1) 34:214-221.
- Yamashita, T.** 2004. Surface activity, biomass, and phenology of the striped scorpion, *Centruroides vittatus* (Buthidae) in Arkansas, USA. *Euscorpius.* 17: 25-33.
- Zack, R. S., y C. Looney.** 2012. Habitat distribution and seasonality of the northern scorpion, *Paruroctonus boreus* (Girard) (Scorpiones: Vaejovidae), at the Hanford Site, southcentral Washington State. *The Pan-Pacific Entomologist.* (3) 88: 292-298.