

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

HISTOLOGÍA DEL MESODEO DE *Vaejovis mexicanus*
(SCORPIONIDA: VAEJOVIDAE)

Tesis para obtener el título de biólogo

Víctor Dana Colina Garcés

Director de tesis: Ma. Del Pilar Villeda Callejas

Coodirector: Héctor Barrera Escorcía



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria:

A mi madre, Leticia Garcés Yépez

Sabíamos que llegaría este momento incluso mucho antes de que conociera el significado de la palabra biología.

A mi tío, Pedro Garcés Yépez

Para demostrar que el apoyo que me brindaste durante la carrera y antes de ella fue aprovechado.

A mi padre, Víctor Abraham colina López

He aquí mi trabajo que el hable por mi.

A mi abuela materna, Genoveva Yépez Centeno

Por todo lo que nos diste y enseñaste, a pesar de que te hacíamos enloquecer.

A mi abuela paterna, Ángela López Trejo

Aunque solo la conocí en las primeras etapas de mi vida se que le hubiera gustado ver este trabajo.

A mi escuela, Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Por ser la cede de los mejores años de mi vida.

Agradecimientos:

Sr. José Lino Rendón Gómez

Por el esfuerzo de donar especímenes del genero *Centruroides*.

Dr. Oscar Frank

Por ayudar en la conflictiva determinación taxonómica de *Vaejovis mexicanus*.

Laboratorio de Microscopia de la FES-Iztacala

Cede de la disección, ensayos histológicos y edición de fotografías.

Aldo Iván Zacarías de la Cruz

Por la edición de imágenes y fotografías, además ser un excelente amigo.

M. en C. María del Pilar Villeda callejas

Por aguantarme todo este tiempo.

Índice

	Página
Resumen.....	5
Introducción.....	5
Toxicidad.....	8
Situación en México.....	9
El género <i>Vaejovis</i> Koch, 1830.....	10
<i>Vaejovis mexicanus</i> Koch, 1836.....	13
Zona de colecta.....	13
Antecedentes.....	14
Justificación.....	15
Objetivos.....	16
Materiales y métodos.....	16
Resultados.....	17
Discusión.....	22
Conclusión.....	23
Literatura citada.....	23
Anexo.....	27

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio histológico del mesodeo de *Vaejovis mexicanus*. Se implementó la técnica histológica modificada de inclusión en parafina por medio de microondas, para después aplicar la tinción de hematoxilina (de Harris)-eosina. Se seleccionaron los mejores cortes para ser fotografiados donde se observó la histología del mesodeo con ello se pudo interpretar su función, posición con respecto al estomodeo y estructuras adyacentes como hepatopancreas. En el aspecto histológico se identificaron células de absorción, de secreción, glándulas digestivas, anillo muscular y parte del tubo digestivo. La región del estomodeo en alacranes no está altamente diferenciada, en comparación con *Limulus sp* en el cual se describen grandes diferencias entre el esófago y el proventrículo, además de que en xiphosuros el hepatopancreas es más grande; sin embargo comparten elementos similares como las células basófilas. En arañas el esófago posee una abundante musculatura lo que favorece el paso del alimento al mesodeo, en contraste con lo encontrado en *V. mexicanus* ya que se observaron delgadas capas de tejido muscular; la región del mesodeo en arañas se ramifica en una gran cantidad de divertículos en los cuales se han identificado cuatro tipos de células especializadas que le permiten al organismo la nutrición, detoxificación y transporte de desechos por lo que varios autores designan a estos divertículos como hepatopancreas. En el mesodeo de alacranes estos divertículos están ausentes pues consiste en un conducto recto, lo anterior muestra un sistema digestivo más sencillo, sin embargo, la predigestión extracorpórea e ingesta semilíquida se mantiene. El conocimiento de la histología y morfofisiología interna de alacranes es sumamente escaso, por lo que este trabajo constituye una aportación al conocimiento de dicha especie.

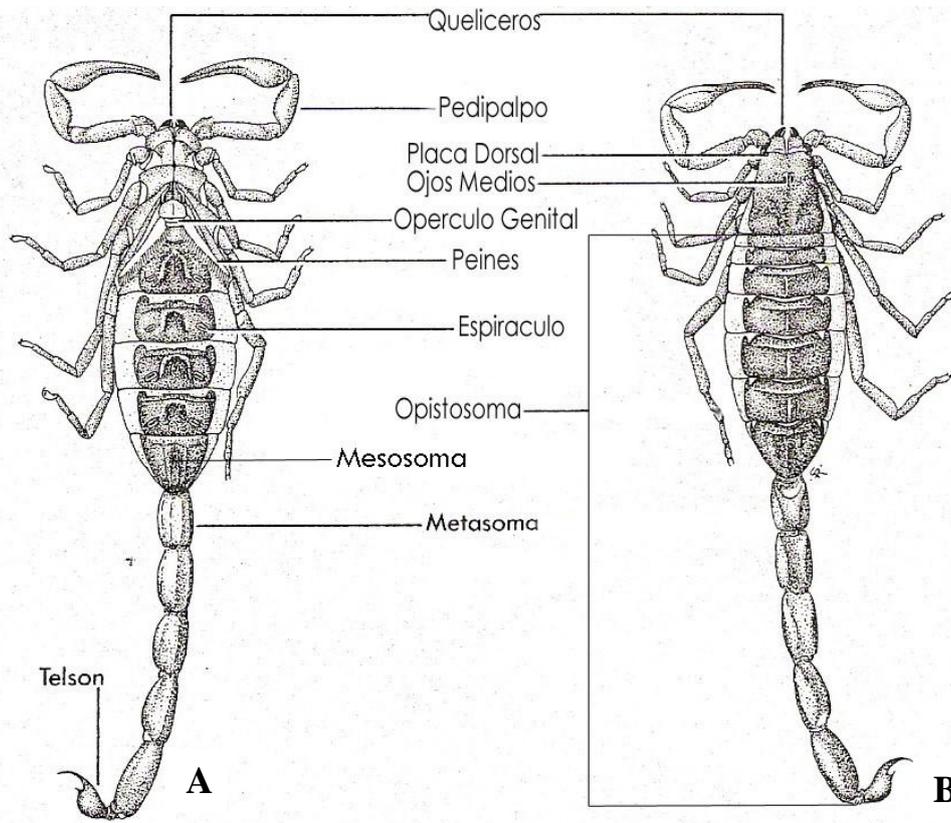
INTRODUCCIÓN

Los alacranes ó escorpiones son artrópodos pertenecientes al orden Scorpionida de la clase Arácnida, de donde se conocen 2 subórdenes Branchioscorpina que sólo incluye organismos fósiles y Neoscorpionina con 16 familias, 155 géneros y más de 1500 especies así como algunos organismos fósiles, se encuentran en todos los lugares del mundo a excepción de los polos y Groenlandia (González, 2004).

Se les considera organismos pancrónicos con una antigüedad de 450 millones de años, su registro fósil data del periodo Silúrico y Devónico donde mostraban ser organismos acuáticos, más tarde, en el Carbonífero invaden el medio terrestre, en esta época ya mostraban su forma general la que vemos actualmente por lo que no han tenido cambios muy significativos lo que demuestra que son un grupo de organismos exitosos evolutivamente como las cucarachas, tiburones y tortugas (Shear 1999, Grimaldi y Engel 2005).

Su cuerpo es alargado dividido en dos tagmata (Esq.1): el prosoma que es la parte anterior en donde se observa una placa dorsal, en ella se encuentra un par de ojos medios y de 2-3 pares de ojos laterales, además en este tagma se presenta un par de pedipalpos en forma de pinzas, 4 pares de apéndices locomotores y la cavidad bucal donde están los quelíceros; el opistosoma que corresponde al resto del cuerpo a su vez se divide en mesosoma con 7 metámeros, porta los órganos internos y externamente está cubierto por placas llamadas escleritos y el metasoma

formado por 5 metámeros más angostos en forma de anillos; en la parte final de éste se encuentra el aguijón que posee glándulas de veneno, el cual inyecta a sus presas. Todo su cuerpo ésta cubierto por pelos sensitivos llamados tricobotrios (Ruppert y Barnes, 1996, Shear 1999).



Esquema 1. Vista ventral (A) y dorsal (B) de un alacrán, tomado de Hegner y Engemann 1968.

Internamente poseen un sistema respiratorio de pulmones en libro o filotráqueas, cuyos espiráculos se encuentran en la parte ventral del opistosoma. Tienen 2 pares de tubos de Malpigio y sólo un par de glándulas coxales las cuales desembocan en las coxas del tercer par de patas.

El sistema nervioso es escaleriforme formado por un ganglio supraesofágico, un anillo periesofágico y un cordón nervioso central en posición ventral con 7 ganglios no fusionados, unidos entre si por comisuras.

Poseen un sistema circulatorio abierto impulsado por un vaso dorsal seguido por una aorta; la hemolinfa presenta un pigmento respiratorio que es la hemocianina. Su sistema digestivo es un tubo recto que va desde la cavidad bucal y desemboca en el ano situado en posición ventral previo al aguijón, en su parte media está rodeado de una masa granulosa consistente en células que secretan enzimas digestivas y células de absorción tanto de nutrientes como de agua (Vázquez y Villalobos, 1987, Shear 1999).

En cuanto a los órganos sensitivos poseen 2 ojos centrales inversos con los que pueden ver formas pero no colores o imágenes definidas, es decir tienen una visión borrosa, los ojos laterales son en si ocelos por lo que sólo detectan intensidad de luz, cabe mencionar que en las especies troglobicas y cavadoras éstos están ausentes.

Los peines situados en la parte ventral actúan de quimiosensores por lo que están siempre tocando el sustrato y extendidos de manera lateral, se piensa que también detectan vibraciones pero en si, su función exacta aun no se comprende.

bien, sin embargo se ha observado que cuando la hembra pierde éstos no es capaz de reconocer el espermátforo del macho.

Los tricobotrios son mecanosensores que le ayudan a detectar vibraciones del sustrato y del aire, para capturar a sus presas, razón por la que los de mayor tamaño se encuentran en los pedipalpos mientras que los más finos están en las patas (Vázquez y Villalobos, 1987).

Habitan de manera general en madrigueras, hojarasca, debajo de rocas, corteza de árboles y oquedades e incluso algunos en rincones de habitaciones pero se han adaptado a diversos hábitats (regiones tropicales, templadas y desérticas) y microhábitats mostrando modificaciones morfológicas denominadas ecomorfotipos.

González (2004) los agrupa en los siguientes ecomorfotipos y su microhábitat correspondiente:

Ecomorfotipo	Microhábitat
Litofilo	Grietas de rocas grandes o dentro de ellas
Psamofilo	Zonas arenosas
Paleofilo	Galerías dentro de suelos compactos
Lapidícola	Oquedades bajo rocas y galerías superficiales
Errante	Debajo o dentro objetos en el suelo, sin refugio establecido
Troglobico	En cuevas o debajo de hojarasca densa
Arborícola	Dentro de plantas epífitas y en el dosel de árboles

Los alacranes se caracterizan por ser grandes depredadores alimentándose de insectos, otros arácnidos, gasterópodos, pequeños reptiles y mamíferos. Atrapan a las presas con sus pedipalpos inmovilizándolos a continuación utilizan su aguijón inyectándoles veneno, hecho esto utilizan los queliceros para desgarrar y triturar sus tejidos, a la vez que vierten por la boca un fluido digestivo, permitiendo así que las enzimas empiecen a licuar el alimento, ya que la digestión es realizada parcialmente fuera del cuerpo, una vez predigerido, el alacrán ingiere a la presa semilíquida (De la Fuente *et al.*, 1994).

Su mayor actividad es durante la noche debido a que la luz del sol los daña deshidratándolos por lo que pasan ese tiempo en sus madrigueras o refugios. Son poco sociales y sólo se reúnen con otro de su especie en época de cortejo y apareamiento, pero también existen especies que toleran el vivir con sus semejantes aunque son realmente escasas (Grimaldi y Engel, 2005).

Se reproducen de manera sexual, el macho al encontrar a la hembra inicia un cortejo llamado "danza nupcial" que consiste en que el macho y la hembra se ponen de frente, elevan el abdomen al aire y se mueven en círculos. Entonces, el macho toma a la hembra por los pedipalpos y empiezan a caminar hacia adelante y atrás. Estos movimientos pueden durar unos 10 minutos a 2 horas, al término el macho coloca un espermátforo en el suelo pues carece de pene y guía a la hembra para que su área genital quede por sobre este, el espermátforo libera la masa espermática en el atrio genital de la hembra al ejercer una presión sobre éste; la fecundación no se efectúa inmediatamente sino varios días después o incluso meses. Son ovovivíparos, de desarrollo directo y el tiempo de gestación

va de 8 a 12 meses, los embriones se desarrollan en los tubos ováricos de la hembra, esta puede parir de 1 a 95 crías ("pullis") que miden sólo unos milímetros, éstos suben al dorso de la madre donde permanecerán alimentándose de restos de vítelo hasta su primera muda cuando su aguijón, queliceros y veneno sean totalmente funcionales (Polis, 1990).

Los alacranes son un grupo de organismos con características muy particulares que les da un valor potencial para estrategias de conservación, debido a que tienen estrechos rangos de distribución y baja capacidad de dispersión, ocupan ambientes específicos por lo que el endemismo es muy frecuente (Ponce y Sissom, 2004).

El principal problema actualmente para las investigaciones de estos artrópodos es el caótico estado de la sistemática ya que la mayoría de géneros y especies son en sí acuerdos entre autores e instituciones más que rangos taxonómicos bien establecidos, esto debido a que en varias especies se presenta el polimorfismo además de que los patrones de color y morfometría son de lo más variantes incluso dentro de la misma especie. Se han reportado casos donde 2 especies nuevas han resultado ser una ya descrita anteriormente, debido a estas complicaciones los especialistas han recurrido a técnicas moleculares que han servido para evitar estos incidentes y reorganizar las colecciones existentes (Ponce y Frank 2004, Ponce y Moreno, 2005).

TOXICIDAD

Su capacidad de inyectar veneno tanto para la caza de alimento como para defensa contra sus depredadores es lo que más ha llamado la atención a biólogos y a médicos. Se les considera de los animales más venenosos del mundo debido a su rápida eficacia y alto nivel de toxicidad superado sólo por las serpientes y algunas bacterias; cuando el alacrán está dispuesto a inyectar su veneno lo hace mediante una violenta contracción de los músculos que rodean a la glándula, el veneno líquido es expulsado desde la luz de la glándula hacia un conducto común esclerotizado que conduce al exterior a través de una abertura subterminal del aguijón, el animal eleva el opistosoma y al insertar el aguijón en la presa lo curva hacia delante. La cantidad de veneno que emplea contra su presa depende del tamaño de ésta y del nivel de toxicidad que posea el arácnido (Ruppert y Barnes, 1996).

El veneno de alacrán es una secreción compuesta de proteínas y péptidos de bajo peso molecular, aminoácidos libres, sales orgánicas, lípidos e hialuronidasa además de otras 80 toxinas diferentes, propias de cada especie, el veneno es de tipo neurotóxico; su modo de acción es bloqueando canales de Ca, y las bombas Na/K de las células excitables (neuronas, músculos, células glandulares, etc.). Los síntomas básicos por picadura de alacrán son: dolor, comezón y hormigueo en el sitio de la picadura, palpitaciones, inquietud, hormigueo nasal, sensación de cuerpo extraño en la garganta, entumecimiento, estornudos, dolor abdominal, mareos, sudoración, salivación excesiva. El cuadro severo se presenta con: distensión abdominal, edema pulmonar, fiebre, visión borrosa, movimientos oculares rápidos, vómito, sudoración profunda, insuficiencia cardíaca, shock nervioso y convulsiones que pueden desencadenar en la muerte.

Para poder tratar los primeros síntomas del envenenamiento y evitar la muerte en algunos casos se utiliza el suero antialacránico como antídoto (Saldarriaga y Otero, 2000).

De todas las especies del orden Scorpionida son pocas las que representan un verdadero peligro para el humano sólo los géneros *Androctonus* del norte de África y *Centruroides* de Arizona, Nuevo México y México tienen la suficiente toxicidad como para matar a una persona, en estas zonas el escorpionismo es grave problema de salud pública razón por la cual los estudios toxicológicos y sistemáticos de las especies más peligrosas son prioritarios pero dejan de lado aspectos como su ciclo de vida, hábitos, ecología y reproducción, así como a otras especies de alacranes que no son tan tóxicas (Keegan, 1998; Saldarriaga y Otero, 2000).

Se ha encontrado que el nivel de toxicidad del veneno de estos animales está relacionado con su tamaño corporal y/o el de sus pedipalpos, esto debido a que los escorpiones de mayor tamaño de 10-18cm tienen una gran fuerza en los pedipalpos con los que fácilmente pueden someter a la presa sin necesidad de usar su aguijón mientras que los de menos de 10cm no tienen tanta fuerza y hacen uso de aguijón inyectando un veneno más potente que los antes mencionados, que paraliza o mata a su presa casi inmediatamente (Vázquez y Villalobos, 1987).

Otras consideraciones que se deben tomar en cuenta sobre la toxicidad de un alacrán son su hábitat, alimentación, hábitos, época del año. También debe contemplarse la situación de la persona que haya picado como es peso, estado de salud, edad, lugar de encuentro, lugar de la picadura, etc. (Celis *et al.*, 2007).

A pesar de sus efectos nocivos el veneno de alacrán ha servido para hacer estudios de filogenia entre diferentes especies de alacranes y más recientemente para estudios de oncología donde ha probado tener una buena acción contra la metástasis en células del hígado y cerebro, además de poseer acción analgésica y antiinflamatoria. Así como también en control ecológico ya que su actividad como depredadores mantiene controladas poblaciones de roedores, arañas e insectos (mosquitos, cucarachas, escarabajos, polillas) que son plagas o vectores de enfermedades y parásitos (Ruppert y Barnes, 1996).

SITUACIÓN EN MÉXICO

México cuenta con el primer lugar en diversidad de alacranes del mundo con 7 familias, 20 géneros y 177 especies seguido por Sudáfrica (136 especies), la India (98 especies) y Brasil (89 especies). Se considera que nuestro país posee el 16% de la escorpiofauna conocida hasta ahora (González, 2004).

Por lo que la escorpiofauna mexicana es la más rica y diversa del mundo, en especial en lo que se refiere a alacranes de hábitos troglobitos ya que se tiene 11 de las 14 especies troglobíticas del mundo. Cordero y Llorente (2000) mencionan que debe existir un alto “porcentaje” de especies de alacranes endémicos en México.

La distribución geográfica de la escorpiofauna mexicana es amplia centrándose en las zonas cálidas como los desiertos y zonas tropicales pero básicamente están a todo lo largo del territorio nacional. Cada grupo de especies ocupa un hábitat distintivo el cual tiene un cierto tipo de vegetación y relieve topográfico por lo que se puede observar su ausencia donde no estén presentes estas condiciones; esto muestra la especialización ecológica de varias especies.

El Sureste Mexicano es considerado como albergue de centros endémicos del alacranismo (Lourenço y Sissom, 2000).

En nuestro país es mucha la cantidad de información sobre estos organismos así como la cantidad de especies descritas hasta el momento, pero aun faltan especies por descubrir, además de que no se han clasificado taxonómicamente una gran cantidad de alacranes o están en proceso, sumado a que recientemente se han encontrado errores en los estatus taxonómicos de especies y subespecies por lo que están en debate, e incluso en las claves y referencias se repiten estos errores por lo que es urgente hacer revisiones (Armas *et al.*, 2003, Ponce y Moreno, 2005).

Baja California es el único lugar de México donde se puede decir que la escorpiofauna es bien conocida gracias a la gran cantidad de estudios realizados en esa zona, siendo las principales aportaciones los estudios de Hoffman en 1930. Esta zona es considerada como la de mayor densidad de especies de alacranes del mundo (Beutelspacher, 2000).

En el 30% de la superficie del Territorio Nacional se ha reportado la presencia de alacranes y ésta se sobrepone al 37% del área habitada, lo que hace del escorpionismo mexicano un grave problema toxicológico y epidemiológico, sobretodo en comunidades rurales en los estados de Durango, Sonora, Jalisco, Guerrero entre otros (Pinkus-Rendon, *et al.*, 1999).

EL GÉNERO *Vaejovis* KOCH, 1830

Es el género de mayor distribución en Norteamérica y el tercero en el mundo así como el de mayor cantidad de especies en México, comprende 74 especies y 10 subespecies. Encontrando diversos hábitos como troglolítico, fosoriales, litófilos y psamofilos, morando ambientes igual de variados (Ponce y Sissom, 2004).

Muchas de sus especies se distribuyen en habitats áridos y semiáridos del suroeste de los Estados Unidos y del occidente de México (Armas y Martín-Frías, 2001).

Por ser un grupo tan grande, para su estudio sistemático se han agrupado las especies de este género en 5 grandes grupos: *intrepidus*, *mexicanus*, *nitidulus*, *eusthenura* y *punctipalpi*. Se considera que su toxicidad no es letal para el humano (Lourenço y Sissom, 2000).

El género se caracteriza porque en el prosoma tiene 3 pares de ojos laterales, los 2 primeros bien desarrollados pero el tercero es pequeño o reducido; los ojos medios son poco o moderadamente desarrollados. Su placa dorsal anterior tiene un margen generalmente en forma de V con una sutil dentición media.

En su mesosoma los peines cuentan 11-32 dientes en machos y 10-29 en hembras, en éstas todos son de similar tamaño y forma (Fig. 1).

En el metasoma la carina dorsal de los metameros 1-4 tienen una terminación angular que puede ser poco o muy desarrollada, a veces con el denticulo más distante alargado subespinoidal (Fig. 2). La carina ventral submedia de los metameros 1-4 es pareada y variadamente desarrollada. El metamero 5 con carina ventromedia lineal.

Los queliceros en el margen ventral del dedo móvil pueden o no tener denticulos o crenulación (Fig. 3); el dedo fijo carece de denticulos ventrales, excepto algunas especies. La serrula disto-ventral en el dedo móvil es de reducida a bien desarrollada.

En la patela de los pedipalpos, su cara interna tiene el tubérculo basal moderadamente desarrollado; la carina interna longitudinal está presente en la mayoría de las especies. En la quela la carina tiene un desarrollo variable, algunos con toda la carina desarrollada y granulada o dentada, otros con la carina variadamente reducida, sin embargo otros pueden tener toda la carina ausente. La cara inferior de la quela es más o menos redondeada.

La dentición de la quela en los denticulos terminales no es prominente sino con forma cónica, en el dedo fijo hay una primera fila de denticulos que se dividen en 5-6 subfilas de denticulos, éstos a los costados poseen 4-6 denticulos accesorios.

El dedo móvil cuenta con una fila primaria de denticulos que se dividen en 7 subfilas de denticulos, a los costados tienen 8 denticulos accesorios aunque usualmente son 6 ó 7. Los denticulos de la fila son variables, de subcónicos a claviformes, redondeados ó aserrados (Fig. 4).

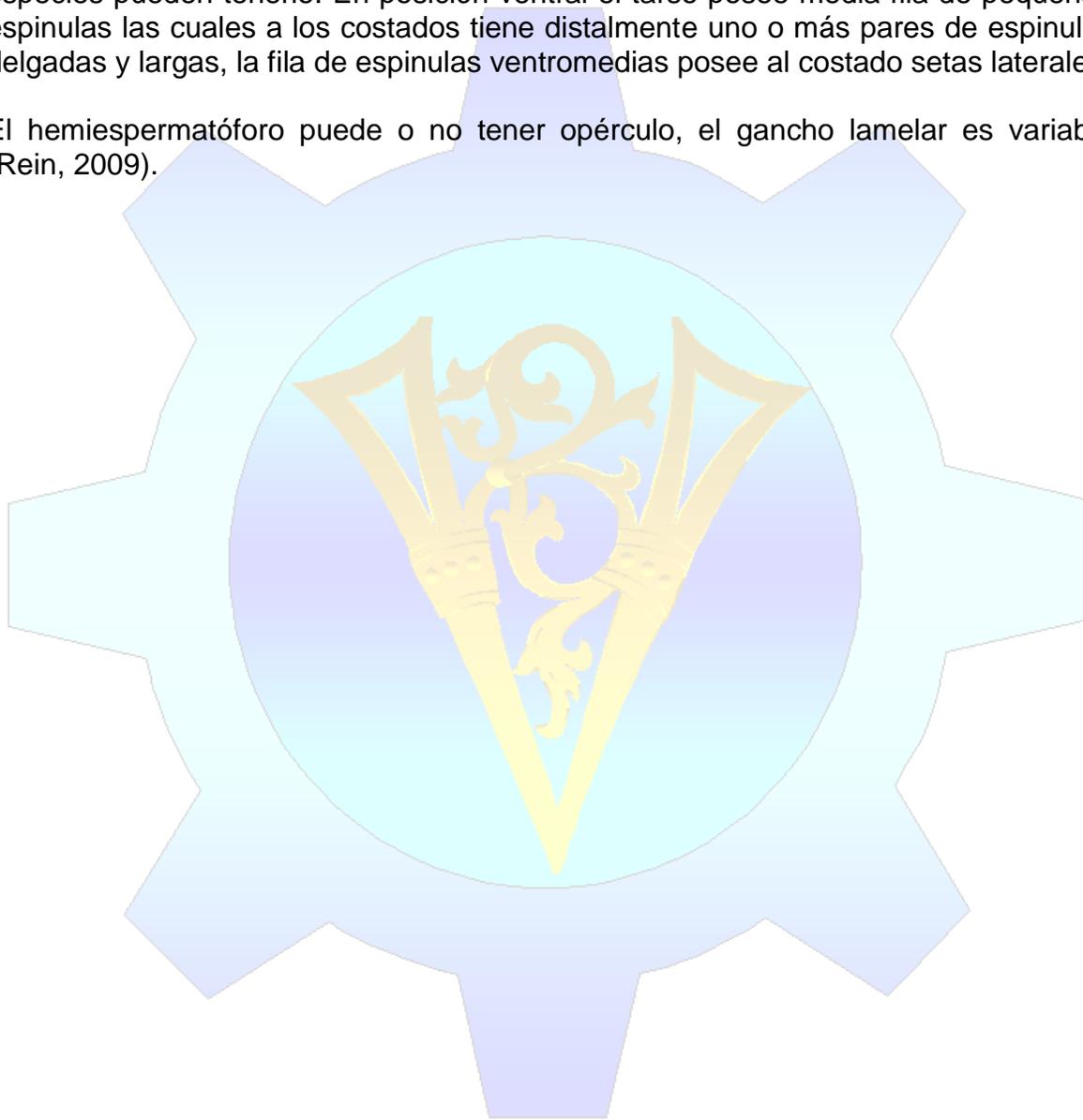
Los patrones de tricobotrios están de la siguiente manera: en la patelá de los pedipalpos hay 2 tricobotrios en la parte ventral a lo largo de la carina ventroexterna, el tercero está en la cara externa (Fig. 5). La quela tiene 4 tricobotrios ventrales.

El tricobotrio de la quela en la posición *ib** se encuentra en el dedo fijo, cualquiera puede estar en la base o desplazado distal o cercanamente al nivel del 6to denticulo accesorio interno del margen dentado del dedo.

El tricobotrio *est** en el dedo de la quela esta casi equidistante entre los tricobotrios *et** y *esb**

Los apéndices caminadores se caracterizan por que el pretarso y tarso en la mayoría de las especies carecen del peine de setas, pocas especies o poblaciones de especies pueden tenerlo. En posición ventral el tarso posee media fila de pequeñas espinulas las cuales a los costados tiene distalmente uno o más pares de espinulas delgadas y largas, la fila de espinulas ventromedias posee al costado setas laterales.

El hemiespermatóforo puede o no tener opérculo, el gancho lamelar es variable (Rein, 2009).



*Nomenclatura que se aplica a los tricobotrios de lo pedipalpos para establecer su posición en este apéndice, ver anexo.

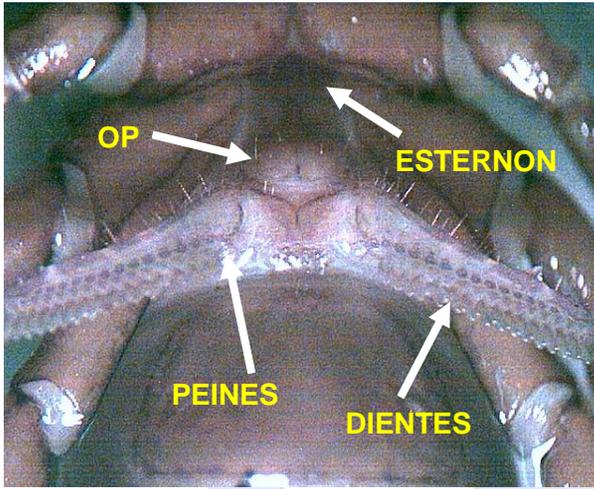


Figura 1. *Vaejovis mexicanus*, Peines, esternón y opérculo genital (O P), 40x.

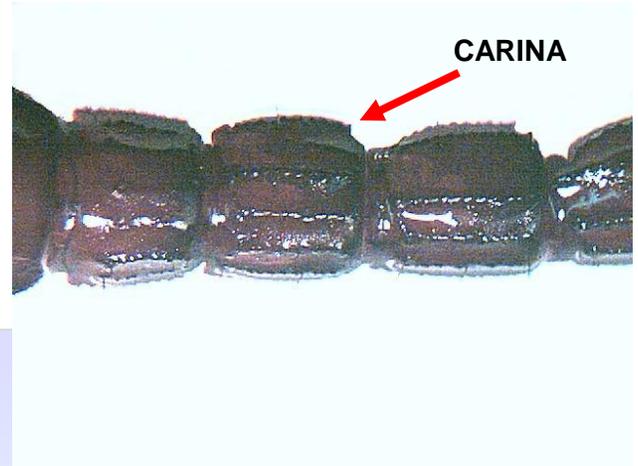


Figura 2. *Vaejovis mexicanus*. Carinas del metasoma, 30x.

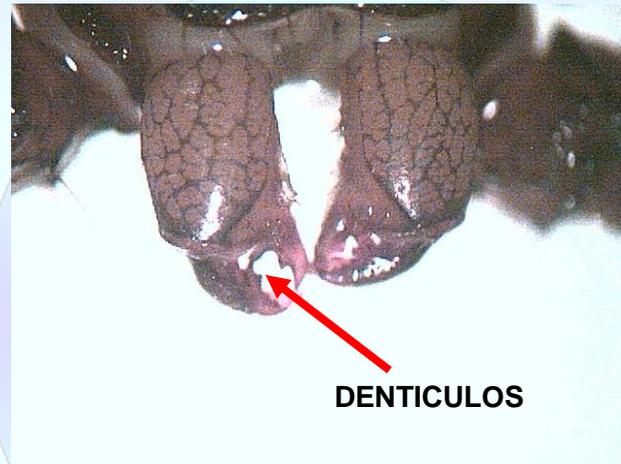


Figura 3. *Vaejovis mexicanus*. Quelíceros notablemente dentados, 40x.

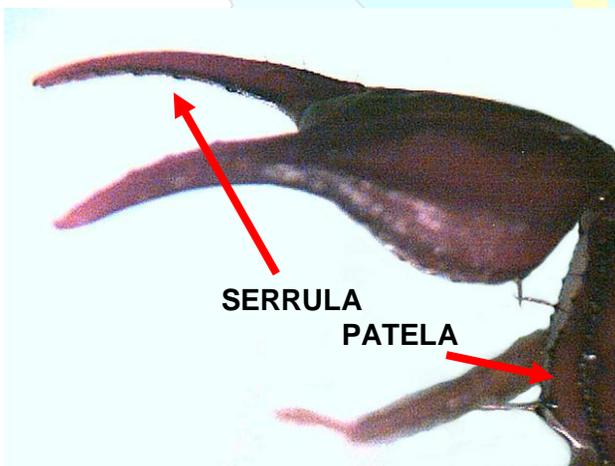


Figura 4. *Vaejovis mexicanus*. Serrula del dedo móvil del pedipalpo derecho, 30x.

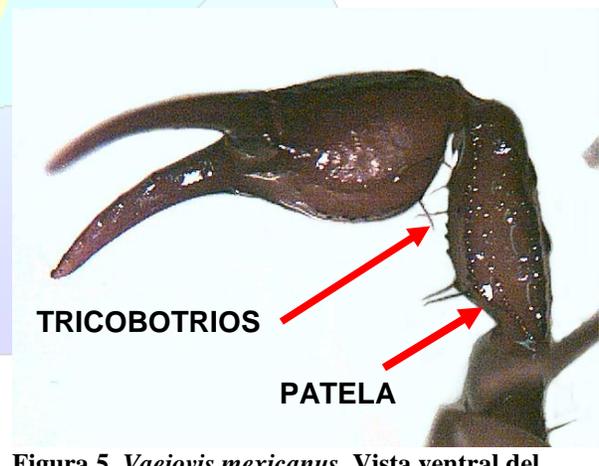


Figura 5. *Vaejovis mexicanus*. Vista ventral del pedipalpo izquierdo, se observan los tricobotrios, 30x.

***Vaejovis mexicanus* KOCH, 1836**

Alacrán perteneciente al grupo *mexicanus*, es oscuro, granuloso, y de tamaño medio.

Su distribución abarca el Distrito Federal, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí y Tamaulipas. Estos dos últimos son cuestionados por varios autores respecto a la presencia de este alacrán.

El margen anterior de la placa dorsal tiene una dentición conspicua; el opérculo genital de la hembra está separado un cuarto del extremo posterior.

Tricobotrios de la quela *ib-it** están en la base del dedo fijo próximos al dedo interno basal; el margen ventral del dedo móvil de los queliceros es liso con una serrula bien desarrollada. Dedos de la quela con 6 a 7 denticulos internos y 5 denticulos externos tanto en el dedo móvil como en el fijo.

El tarso de los apéndices marchadores tiene una hilera sencilla de espinas en posición media-ventral y la terminación con 2 pares de espínulas en la parte distal.

La carina metasomal en vista ventromedia y ventrolateral se encuentra crenulada o aserrada en los metámeros 2-5. Los metámeros metasomales 1 y 2 son más anchos que largos; el metámero 5 es más largo que el telson, a su vez es más largo que la placa dorsal y que el dedo móvil de la quela. La placa dorsal es más corta que estos metámeros.

Los peines en las hembras presentan de 15 a 16 dientes y en los machos de 17 a 18.

Cuenta con 2 subespecies *Vaejovis mexicanus mexicanus* y *Vaejovis mexicanus smithi* (Fet y Soleglad, 2007).

ANTECEDENTES

Patter (1912) que trabajo con xifosuros, describe las glándulas mucoides distribuidas en todo el cuerpo y glándulas cerosas que se encuentran bajo la epidermis del cuerpo consideran que éstas evitan que ingresen microorganismos patógenos.

Pavlovsky y Zarin (1926), describieron la estructura de los órganos digestivos de alacranes y las enzimas participantes, dibujaron esquemas de estas estructuras sin llegar a nivel celular.

Herman y Preus (1972) localiza en xifosuros las llamadas células de reserva que se encuentran adyacentes al hepatopáncreas y al mesodeo. También observaron células de almacenamiento agrupadas y solitarias distribuidas en todo el cuerpo, las cuales consideraron que su función es de almacenar lípidos y otros elementos nutritivos.

Goyffon y Martoja (1983), mediante microscopía electrónica y citoquímica examinaron el hepatopáncreas del alacrán *Androctonus australis* (Ewing, 1928) correlacionando su estructura, citoquímica y fisiología, concluyendo que el ayuno en este organismo reduce el volumen del tejido intersticial y los divertículos del hepatopáncreas todo esto debido al empleo de reservas de lípidos y glucógeno en estas zonas.

Fahrenbach (1999), trabajó la morfología microscópica en *Limulus polyphemus* (Linnaeus, 1758) y otras 3 especies de xifosuros observando como estaban estructuradas la cutícula, los ojos compuesto, las fibras musculares y los apodemas.

Harrison y Foelix (1999), realizaron estudios de anatomía microscópica de diferentes quelicerados como xifosuros, alacranes y arañas, utilizando microscopía electrónica de barrido e histología para describir las estructuras de sus diferentes aparatos, pero el aspecto histológico se maneja muy superficial sobre todo en lo que a alacranes se refiere.

Armas y Martín-Frías (2001), describieron 2 especies nuevas del género *Vaejovis* encontradas en Acapulco, Guerrero y en el puerto de Felipe Carrillo, Nayarit. Ambas especies muestran tener el tubérculo subaculear de forma espinoide por lo que podrían tener una relación cercana con *Vaejovis spicatus* y *V. mumai*.

Capes (2001), describió una nueva especie de *Vaejovis* encontrada en el estado de Sonora, la especie es *V. mauryi*, y pertenece al grupo *nitidulus*.

Warburg *et al.* (2002), estudiaron los cambios estacionales del hepatopancreas de *Scorpio maurus fuscus* (Linnaeus, 1758) tanto en hembra, macho y pullis, encontrando diferencias significativas sobretodo en hembras ya que durante las estaciones de otoño a primavera que es cuando se dan los procesos de embriogénesis en ellas.

Ponce y Sissom (2004), describieron una nueva especie del género *Vaejovis*, *V. cisnerosi*. Encontrada en el bosque de la cuenca del río Balsas, Michoacán. Su morfometría sugiere que podría estar relacionado cercanamente con *V. eusthenura*, *V. intrepidus* y *V. punctipalpi*.

Prendini y Wheeler (2005), proponen que la reorganización más reciente del orden Scorpionida es deficiente y hacen un análisis de 3 matrices independientes (morfología, 16s rDNA y 18s rDNA) para revisar la filogenia del grupo, proponen la reducción de caracteres importantes y reevaluación de las publicaciones actuales de sistemática.

Fet y Soleglad (2007), redescubren a *Parabroteas montezuma* pero se confirma que es un sinónimo más reciente de *Vaejovis mexicanus* y es establecido como neotipo para este.

Teruel y Rein (2009), encontraron a *Vaejovis mexicanus* y otros alacranes en el suroeste de Noruega, encontrando que no eran nativas sino organismos introducidos.

JUSTIFICACION

Las investigaciones más detalladas sobre alacranes se enfocan en la toxicología, epidemiología, taxonomía y más recientemente biología molecular.

Los trabajos actuales de histología animal se concentran en el campo de la medicina, embriología, patología y citología. Tomando como modelos al ser humano y otros mamíferos superiores, mientras que los trabajos histológicos sobre invertebrados especialmente de artrópodos son mínimos.

La región del mesodeo es donde se llevan a cabo los principales procesos metabólicos de los quelicerados, pues es aquí donde se efectúa la absorción de nutrientes y es en esta parte del tubo digestivo que se encuentra el hepatopáncreas encargado de almacenar las reservas de lípidos y glucógeno las cuales se usarán cuando el ambiente sea adverso y en las hembras durante los procesos de embriogénesis. A pesar de su importancia los estudios a detalle tanto del mesodeo como del tubo digestivo son muy escasos.

Actualmente no existen trabajos respecto a la histología de alacranes, únicamente de morfología externa e interna la cual es descrita de forma muy superficial, por lo que este estudio no sólo es novedoso sino que arroja datos interesantes sobre su arreglo celular, adaptaciones y metabolismo, para tener un mayor conocimiento del grupo, además de servir de base para futuros estudios de este tipo.

OBJETIVOS

Objetivo general- Conocer la morfología del mesodeo del alacrán *Vaejovis mexicanus*.

Objetivo particular- Describir histológicamente la región del mesodeo del tubo digestivo y hepatopáncreas del alacrán *Vaejovis mexicanus*.

ZONA DE COLECTA

El Pedregal de San Ángel se encuentra en las coordenadas 19° 19' 7.35" Norte, 99° 11' 3.21" Oeste, y con una elevación de 2312 msnm, se sitúa al sur del Valle de México y alberga al Campus de Ciudad Universitaria. El terreno se caracteriza por ser de roca basáltica y estar en forma bastante accidentada lo que permite la fácil creación de microclimas que da como resultado una gran biodiversidad endémica por lo que se ha declarado como reserva ecológica. El clima es templado.

La zona de colecta fue un área verde donde se encuentra la cafetería, entre la Facultad de Ciencias y el anexo de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Básicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 10 colectas nocturnas en el Pedregal de San Ángel en un horario de las 18 a las 20 horas, se capturaron 8 especímenes en total, 3 fijados en alcohol al 70% para su determinación taxonómica utilizando las claves de Polis (1990) y 5 vivos para después ser llevados al laboratorio de la FES Iztacala donde fueron sacrificados inyectándoles formol al 4% con la finalidad de fijar los tejidos.

Durante la determinación las claves sólo permitieron llegar a nivel de género, buscando solucionar esta situación se decidió en acudir con el especialista, el Dr. Oscar Frank quien confirmó no sólo la especie a la que pertenecía ya que por el momento ningún libro ni artículo posee claves que permitan llegar a este nivel taxonómico en cuanto a *Vaejovis* se refiere.

Se realizó la disección de los 5 especímenes para extraer el tubo digestivo poniendo énfasis en el mesodeo, todos eran hembras adultas debido a que se encontraron oviductos con huevecillos; se implementó la técnica histología de inclusión de gónadas en parafina por medio de microondas modificada, para después realizar la tinción con hematoxilina (de Harris)-eosina (Luna 1968).

La técnica de inclusión de gónadas se modificó de la siguiente manera: se colocó el tejido en agua 24 horas para lavarlo del formol, después se puso en tren de deshidratación con alcoholes del 80 al 100 % dejándolo un día en cada uno. La aclaración en xilol se llevo por 6 días y la inclusión en parafina se dejó por una semana para una buena penetración.

Los cortes fueron hechos a 5 micras, se omitió ponerlo en el microondas debido a que el tejido debe ser tratado con delicadeza (de acuerdo a experiencias previas), el tejido se dejó en hematoxilina por 10 min. Así también se omitió el alcohol ácido para evitar daño al tejido y decoloración.

Una vez obtenidas las laminillas se observaron en un microscopio óptico de marca Motic MOD para identificar las estructuras celulares que conforman a esta región del tubo digestivo; se tomaron fotos con una cámara marca Moticam 2000 con el programa motic en una computadora HP.

RESULTADOS

Se seleccionaron las mejores fotografías en donde se observaron la mayoría de las estructuras internas del mesodeo con lo que se pudo interpretar su función, posición con respecto al estomodeo y zonas adyacentes.

El tubo digestivo se encuentra regionalizado en estomodeo, mesodeo y proctodeo además se observó la presencia de un hepatopáncreas muy desarrollado. Se obtuvo el mesodeo midiendo aproximadamente 1 cm, la última porción de éste es sumamente adelgazado, razón por la cual no fue procesada; con respecto al estomodeo es igualmente tubular, muy corto e indiferenciado, no obstante al realizar el corte se incluyó la válvula cardíaca que es la porción final del estomodeo y que antecede al mesodeo (Fig. 6). El hepatopáncreas consiste en una masa de gránulos de tamaños variables, también llamados foliculos y que rodea a todo el tubo del mesodeo, ocupando la mayor parte del mesosoma (Fig. 7).

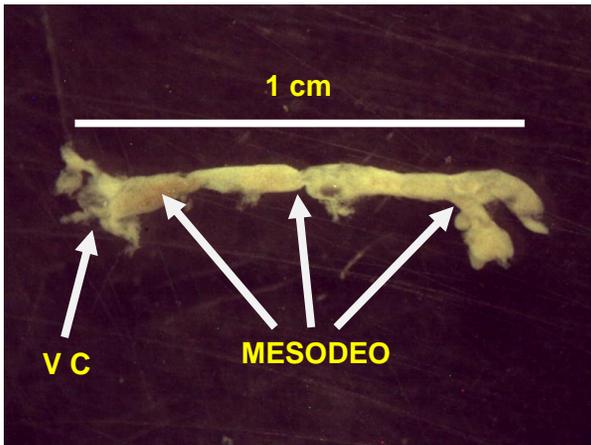


Figura 6. *Vaejovis mexicanus*, Vista longitudinal del mesodeo, V C; válvula del estomodeo. 10x.

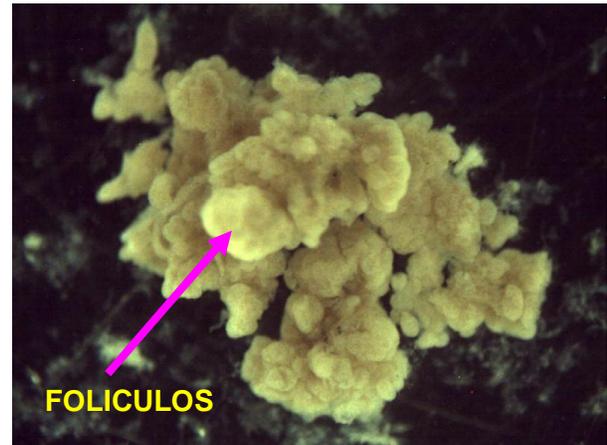


Figura 7. *Vaejovis mexicanus*, Hepatopáncreas, foliculos del hepatopáncreas. 20x.

Realizando cortes transversales de los folículos del hepatopáncreas, se observan que están conformados por un conjunto de células de forma no muy definida y organizadas entre si a manera de celdas; en su parte central se evidencian zonas completamente oscuras (Fig. 8), al observarse a un aumento de 40x se aprecia que estas zonas oscuras presentan microvellosidades arregladas en 2 hileras paralelas dentro de las celdas, esto es muy evidente en un aumento al 100x (Fig. 9 y 10). Estos folículos se considera que tienen como función la absorción de nutrientes, llamadas por lo tanto células digestivas o de absorción.



Figura 8. *Vaejovis mexicanus*. Corte transversal de un folículo, células de absorción C A; folículo F; 10x.

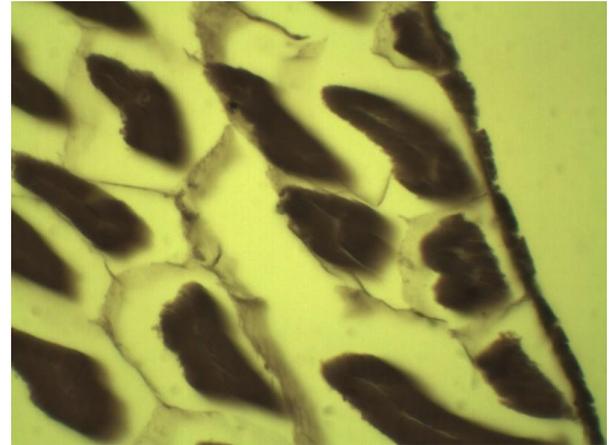


Figura 9. *Vaejovis mexicanus*. Acercamiento a las células de absorción, 40x.



Figura 10. *Vaejovis mexicanus*. Microvellosidades de las células de absorción, 100x.

El hepatopáncreas también presenta células de secreción (Fig. 11); en un corte transversal se observan otro tipo de folículos, esto se asegura debido a que sus elementos celulares que lo conforman tienen diferente arreglo y al teñirse con hematoxilina se aprecian los gránulos de liberación de enzimas, también se puede observar la membrana bien definida que encierra a los folículos (Fig. 12).



Figura 11. *Vaejovis mexicanus*. Corte transversal donde se observan los folículos de secreción; F S. 10x.

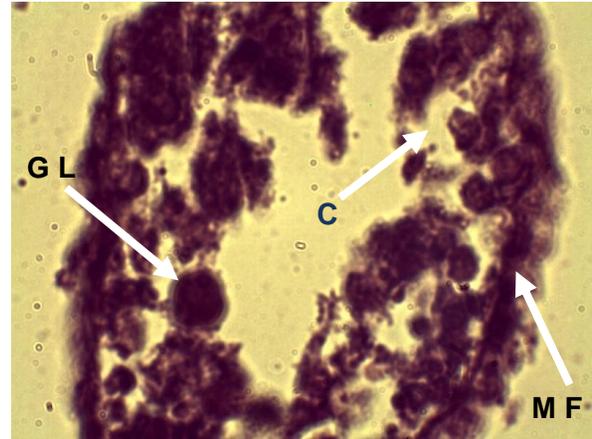


Figura 12. *Vaejovis mexicanus*. Corte transversal, acercamiento de las células de secreción; C, gránulos de liberación de sustancia; GL, membrana del folículo; M F. 40x.

También se observaron glándulas muy semejantes a las anteriores pero de mayor tamaño por lo cual se deduce que su función es la misma (Fig. 13), a un aumento de 40x se notan los gránulos de sustancias mejor definidos, se observa su mayor concentración en la zona periférica de la membrana (Fig. 14).

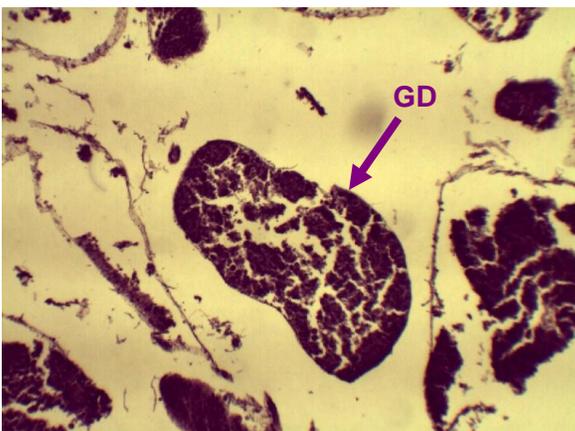


Figura 13. *Vaejovis mexicanus*. Glándula digestiva; G D. 10x.

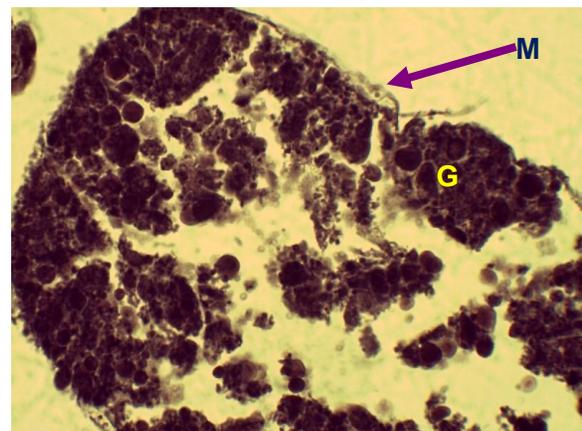


Figura 14. *Vaejovis mexicanus*. Acercamiento de la glándula digestiva, gránulos; G, membrana; M. 40x.

Pavlovsky y Zarin (1926) señala la presencia de fibras musculares muy delgadas, lo cual se observa en el presente estudio en los cortes obtenidos del tubo digestivo, a

este lo rodea una fina capa de fibras musculares estriadas (Fig. 15); también se observan en algunas zonas unos divertículos en la parte inferior (Fig. 16), cuya función se desconoce.

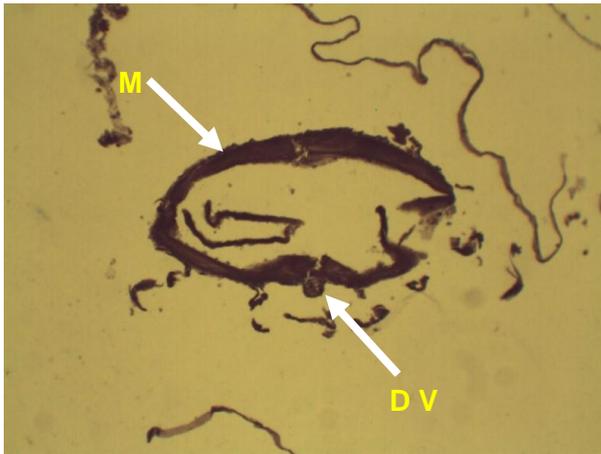


Figura 15. *Vaejovis mexicanus*. Anillo muscular del mesodeo; M, divertículo; DV, 10x.

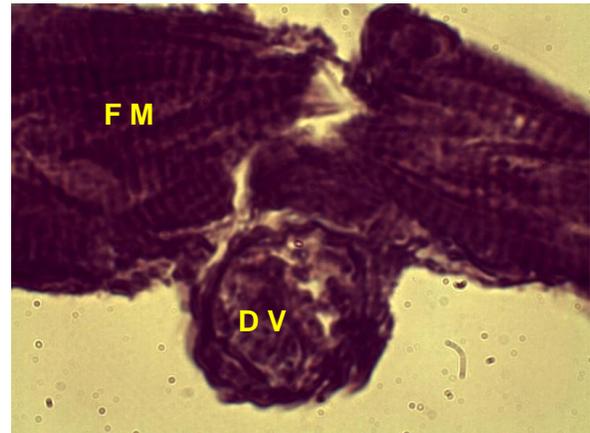


Figura 16. *Vaejovis mexicanus*. Fibras musculares; FM, divertículo ventral; DV, 100x.

En los cortes transversal realizados en la parte media de la región del mesodeo del tubo digestivo se observa: una delgada capa muscular que lo rodea (Fig. 17), hacia el interior un área densa constituida por epitelio de absorción, arreglada en grandes pliegues, el cual se aprecia con mayor detalle en la Fig. 18. El epitelio está formado por células alargadas y arregladas en empalizada, se logran apreciar los núcleos del epitelio. Enseguida se encuentra la membrana peritrófica y el lumen ocupado por materia orgánica (Fig. 19).

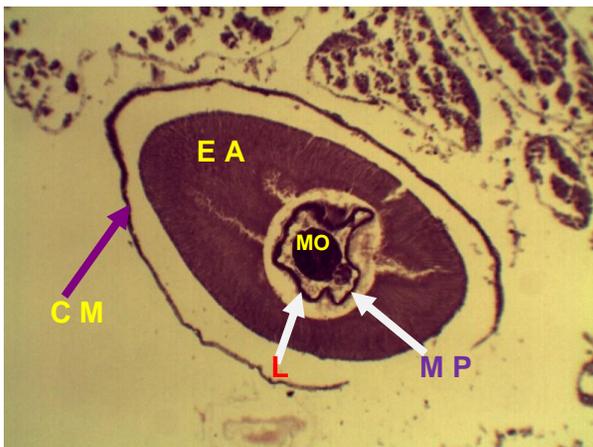


Figura 17. *Vaejovis mexicanus*. Corte transversal del mesodeo, capa muscular, C M; epitelio de absorción, E A; membrana peritrófica, M P; lumen, L; 10x.

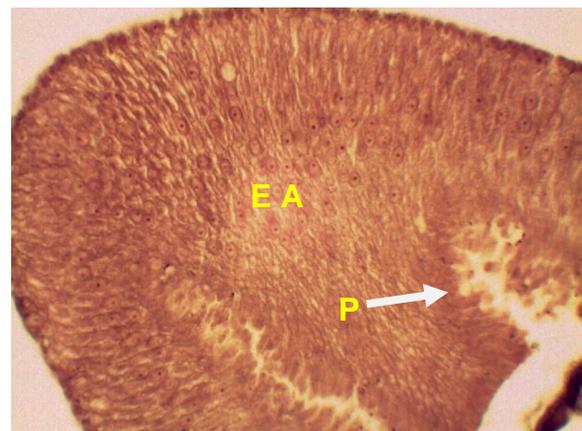


Figura 18. *Vaejovis mexicanus*. Corte transversal del mesodeo Acercamiento al epitelio de absorción, E A; pliegues, P; 40x

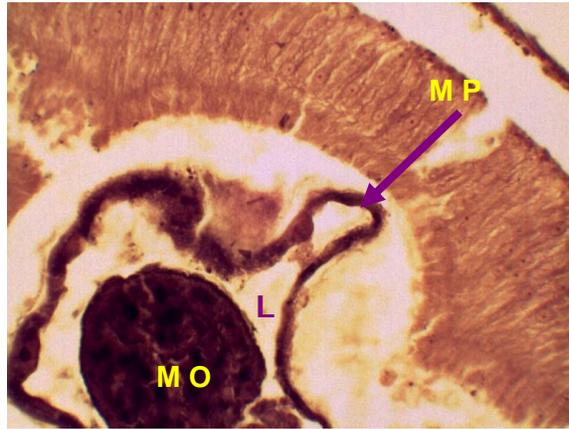


Figura 19. *Vaejovis mexicanus*. Corte transversal del mesodeo, acercamiento del lumen del tubo, L; membrana peritrofica, M P; centro materia orgánica, MO. 40x.

Al final de la región del mesodeo el conducto se angosta para permitir el paso del material producto de la digestión que será desechado, observándose el epitelio de células alargadas con sus núcleos (Fig. 20); en este punto la capa muscular se ensancha y la luz del tubo se angosta.

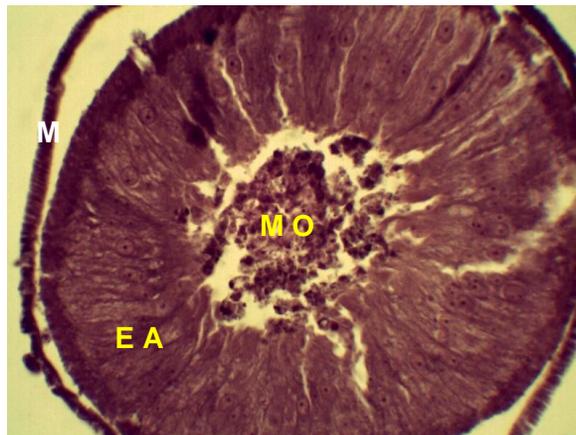


Figura 20. *Vaejovis mexicanus*. Corte transversal del mesodeo, músculo, M; epitelio de absorción, E A; materia orgánica, M O; 40x.

Discusión

El aparato digestivo en *Vaejovis mexicanus* se encuentra regionalizado en estomodeo, mesodeo y proctodeo como sucede en otros artrópodos; el mesodeo es de forma tubular, recto, delgado y regionalizado además de presentar una musculatura muy fina como lo reportan Awati y Tembe (1956) quienes estudiaron a *Parauroctonus mesaensis* (Stanke). La región del estomodeo no está altamente diferenciada, como es el caso de *Limulus sp.* descrito por Fahrenbach (1999); en el cual describe grandes diferencias entre el esófago y el proventrículo, en el esófago hay una gran cantidad de pliegues y en el proventrículo se especializa una zona en buche y otra en molleja; esto se debe a que los alacranes son depredadores cuya ingesta de alimento es semilíquido debido a que realizan una predigestión extracorpórea y en los xifosuros su alimentación es sólida como lo menciona Fahrenbach (1999).

Se encontró la presencia de glándulas y células de liberación de sustancias ya que no sólo presentaban gránulos sino que debido a que se tiñeron con hematoxilina demuestra que estas células tenían un ambiente ácido (basófilo) producto de la actividad del retículo endoplásmico rugoso y por consiguiente de la síntesis de proteínas, por lo tanto de enzimas. Estas estructuras son denominadas por Goyffon y Martoja (1983) como células basofílicas, cuya función es la de secretar exoenzimas para los procesos digestivos; Schlottke (1935) citado por Fahrenbach (1999) los encontró de manera abundante en el mesodeo de xifosuros junto con otros 2 tipos de células denominadas acidofílicas y podocitos, sin embargo en este trabajo no se encontró ninguna de estas dos últimas células.

El hepatopáncreas de alacranes se conecta al intestino medio a través de 3 conductos laterales en la parte inicial del estomodeo y 5 en su parte media aunque sólo se logró observar uno, mientras que en xifosuros se conecta por medio de 4 conductos originados en la parte anterior del mesodeo, esto es debido a que el hepatopáncreas en alacranes es relativamente pequeño, encontrándose desde la parte media del prosoma y terminando en el último metámero del mesosoma, mientras que en xifosuros se distribuye desde la parte anterior del prosoma hasta la región media del opistosoma.

En el caso de las arañas en el esófago están insertados largos músculos externos laterales que junto con pequeñas bandas musculares que lo rodean hacen mucho más eficiente el paso del alimento al mesodeo, además éste presenta una gran cantidad de divertículos donde se han identificado 4 tipos de células diferentes: secretoras, basales, de absorción, y guanocitos (Foelix, 1982) las cuales realizan tanto los procesos de digestión y excreción así como detoxificación del organismo razón por la cual varios autores denominan a ésta

como hígado, páncreas, cuerpo graso ó mesenteron. Lo anterior muestra un sistema digestivo más avanzado que el de los alacranes ya que en ellos no se presentan tantos divertículos, la musculatura es mínima y no posee células tan especializadas, sin embargo la predigestion extracorpórea e ingesta semilíquida se mantiene.

Conclusión

Se encontró que en *Vaejovis mexicanus* el mesodeo está conformado por un tubo recto al cual se asocia el hepatopáncreas constituido de folículos de diferente tamaños como lo reporta Farley (1999)

Con el presente estudio se aporta el conocimiento de la estructura histológica del hepatopáncreas en donde se observa con detalle las células que contienen las microvellosidades, también se evidencia que existen 2 tipos de folículos en cuanto a su tamaño así como el arreglo de las células que lo conforman, unas acomodadas homogéneamente y otras a la periferia, lo cual implica diferente función una de absorción y las otras de secreción. Por lo que se refiere al mesodeo se observó a detalle la forma y el arreglo de las células epiteliales, la presencia de capas musculares que las rodean así como su relación con la membrana peritrófica a diferentes niveles de esta región del tubo digestivo.

Comparando el tubo digestivo de *Vaejovis mexicanus* con otros quelicerados como xifosuros y arañas se encontraron diferencias en la estructura, morfológica e histológica, por ejemplo que el estomodeo no está altamente diferenciado, no presentan células acidofilas ni podocitos y la posición del hepatopáncreas no es más anterior como es el caso de los xifosuros. A diferencia de las arañas en *Vaejovis mexicanus* no se presenta musculatura desarrollada ni una compleja red de divertículos.

Algunos autores como Warburg *et al.*, (2002) han encontrado diferencias en la forma del hepatopáncreas y sus cambios estacionales a lo largo del año pero no realizaron estudio histológicos al respecto, de acuerdo a la descripción que hacen es diferente a lo observado en *Vaejovis mexicanus* no obstante para poder utilizar este carácter en la determinación de especies sería necesario realizar estudios histológicos con ayuda de la microscopía electrónica de transmisión para obtener resultados más confiables teniendo presente que los alacranes fueran de la misma edad y sexo.

Literatura citada.

- Anónimo, California Academy of Sciences, Revsys: Systematic of the Scorpion Family Vaejovidae, <http://www.vaejovidae.com/Genus%20Vaejovis.htm>. (Consultado el 4 de agosto de 2009).
- Armas L. F. y Martín-Frías, E. 2001. Dos nuevos *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) de Guerrero y Nayarit, México. *Solenodon* 1: 8-16.
- Armas L. F., Martín-Frías E. y Estévez-Ramírez E. 2003. Lista anotada de las especies mexicanas del género *Centruroides* Marx, 1890 (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*. 8(31): 93-98.
- Awati P. R. and Tembe V. B. 1956. *Buthus tumulus* the Indian scorpion: Morphology, anatomy and bionomics. *Zoology monographic*, University of Bombay, No 2.
- Beutelspacher B. C. R. 2000. Catálogo de alacranes de México. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México, 175 pp.
- Capes E. 2001. Description of a new species in the *nitidulus* group of the genus *Vaejovis* (Scorpiones, Vaejovidae), *The Journal of Arachnology*, 29: 42–46.
- Celis A., Gaxiola-Robles R., Sevilla-Godínez E., Orozco V. M. J. y Armas J. 2007. Tendencia de la mortalidad por picaduras de alacrán en México, 1979-2003. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 21(6):373–80.
- Cordero M. C. y Llorente B. J. E. 2000. Los arthropoda de México: algunas comparaciones, En: Llorente B. J. E., González S. E. y Papavero N. (eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México, hacia una síntesis de su conocimiento*. Facultad de Ciencias, UNAM, CONABIO y BAYER. México D.F. Vol 2, Pp. 95-101.
- De la Fuente F. J. A., Bach de Roca C., Civis Ll. J., Fernández G. S., Gaju R. M., García R. J. E., Montserrat M. V. J., Portillo R. M. y Sierro S. F. J. 1994. *Zoología de de Artrópodos*, McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España. Pp 128-132.
- Fahrenbach H. W. 1999. Merostomata. In Harrison F. W. and Foelix R. F. (eds.) *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Chelicerate Arthropoda*, Wiley-liss, Inc. New York, USA. Vol. 8A Pp 21-103.
- Farley D. R. 1999. Scorpiones. In Harrison F. W. and Foelix R. F. (eds.) *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Chelicerate Arthropoda*, Wiley-liss, Inc. New York, USA. Vol.8A Pp 117-212.
- Fet V. and Soleglad M. E. 2007. Synonymy of *Parabroteas montezuma* Penther, 1913 and designation of neotype for *Vaejovis mexicanus* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones: Vaejovidae). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 41: 251-263.
- Felgenhauer E. B. 1999. Araneae. In Harrison F. W. and Foelix R. F. (eds.) *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Chelicerate Arthropoda*, Wiley-liss, Inc. New York, USA. Vol.8A Pp 223-264.

- Foelix, R.F. 1982 Biology of spider. Harvard, University Press, Cambridge, New York, USA 336 pp.
- González S. E. 2004. Diversidad, taxonomía y hábitat de alacranes. En García A. A. y Ayala R. (eds.), Artrópodos de Chamela, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. Pp 25-35.
- Goyffon M. and Martoja R. 1983. Cytophysiological aspect of digestion and storage in the liver of a scorpion, *Androctonus australis* (Arachnida). Cell and Tissue Research, 228: 661-675.
- Grimaldi D. and Engel S. M. 2005. Evolution of the insects. Cambridge University Press, New York, USA. Pp 98-103.
- Harrison F. W. and Foelix R. F. 1999. Microscopic Anatomy of Invertebrates, Chelicerate Arthropoda, Wiley-liss, Inc. New York, USA. Vol.8A 300 pp.
- Hegner W. R. and Engemann G. J. 1968. Invertebrate zoology, second edition, Macmillan Publishing Co, Inc. New York, USA. Pp 452-453.
- Herman W. S. and Preus D. M. 1972. Ultrastructure of the hepatopancreas and associated tissue of the Chelicerate Arthropod, *Limulus polyphemus*, Zellforsch. Mikrosk. Anatomy, 134: 255-271.
- Keegan h. L. 1998, Scorpion of medical importance. Reprinted by Fitzgerald. London, England.
- Lourenço, R. W. and Sissom W. D. 2000. Scorpiones. En: Llorente B. J.E., González S. E. y Papavero N. (eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México, hacia una síntesis de su conocimiento. Facultad de Ciencias, UNAM, CONABIO y BAYER. México D.F. Vol 2, Pp. 115-135.
- Luna L. G. 1968. Manual of the armed forces, Institute of Pathology, 3r edition, McGraw hill, USA. Pp 1-46.
- Patter W. 1912. The evolution of the vertebrates and their kin. P. Blankiston's Son and Co, Philadelphia, USA.
- Pavlovsky E. N. and Zarin E. J 1926. On structure and ferments of the digestive organs of scorpions. Q. J. *Microscopic Science*, 70: 221-261.
- Pinkus-Rendon M. A., Manrique-Saide P. y Delfín-González H. 1999. Alacranes sinantropicos de Mérida, Yucatán, México, Revista Biomédica, 10 (3):153-158.
- Polis G. A. 1990. *The biology of scorpions*. Stanford University Press, California, USA. 587 pp.
- Ponce S. J. and Sissom W. D. 2004. A new species of the genus *Vaejovis* (Scorpiones, Vaejoidea) endemic to the Balsas basin of Michoacán, Mexico. The Journal of Arachnology 32:539–544.
- Ponce S. J. y Frank O. F. 2004. Nueva especie de alacrán del género *Centruroides* Marx (1890) (Scorpiones, Buthidae) de la depresión del Balsas, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.), 20(2): 221-232.

Ponce S. J. y Moreno B. R. J. 2005. El género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) en México. *Biológicas* 7: 42-51.

Prendini L. and Wheeler W. C. 2005. Scorpion higher phylogeny and classification, taxonomic anarchy and standards for peer review in online publishing. *Cladistics* 21: 446–494.

Rein O. J. NTNU, The Scorpions File, <http://www.ub.ntnu.no/scorpion-files/vaejovidae.php>, (Consultado el 4 de agosto del 2009).

Ruppert E. E. y Barnes R. D. 1996, *Zoología de los Invertebrados*, McGraw-Hill Interamericana, 6ta edición, México D.F. Pp 633-636.

Saldarriaga C. M. M. y Otero P. 2000. Los escorpiones: aspectos ecológicos, biológicos y toxicológicos. *MEDUNAB*, 3 (7):17-23.

Schlottke, E. 1935. Biologische, physiologische und histologische, Untersuchungen über die Verdauung von *Limulus* Z. *Vergl. Physiol.* 22: 359-413.

Shear A. W. 1999. Introduction to Arthropoda and Cheliceriformes. In Harrison F. W. and Foelix R. F. (eds.) *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Chelicerate Arthropoda*, Wiley-liss, Inc. New York, USA. Vol. 8A, Pp 1-19.

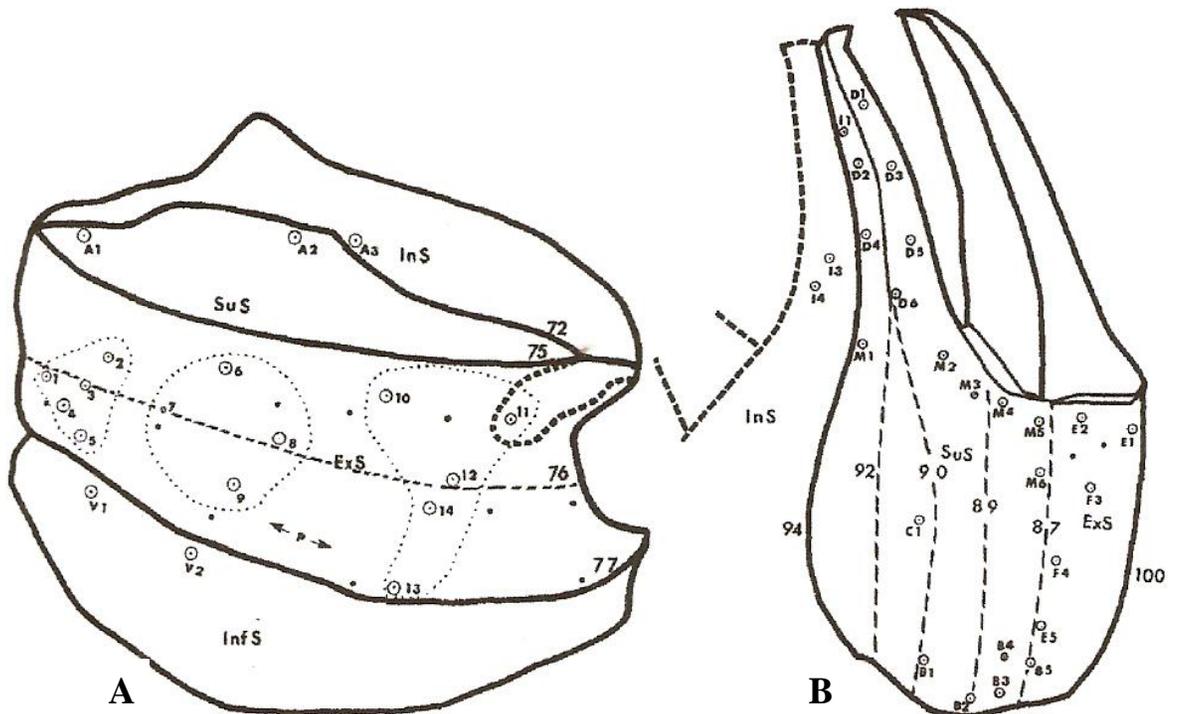
Stahnke H. L. 1974. Revision and keys to the higher categories of Vejovidae (Scorpionida). *Journal of Arachnology*, 1: 107-141.

Teruel R. and Rein O. J. 2009. On the findings of *Vaejovis mexicanus* C. L. Koch, 1836 and other scorpions in Norway (Scorpiones: Vaejovidae, Euscorpiidae, Hemiscorpiidae). *The scorpion file- occasional papers* 2 (ISSN 1504-7342).

Vázquez G. L. y Villalobos A. 1987. *Zoología del Phylum Artrópoda*, nueva editorial Interamericana, 6ta edición, México D.F. Pp 85-94.

Warburg M. R., Elias R. and Rosenberg M. 2002. The hepatopancreas of *Scorpio maurus fuscus*; seasonal changes in mass and water content as related to gender and oogenesis. *The Zoological Society of London*, 256: 479-488.

Anexo



Esquema de la distribución de tricobotrios en la patela A; y pedipalpos B; de *Vaejovis mexicanus*, tomado de Stahnke 1974.