



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DEL APARATO VENENOSO DE DIFERENTES ESPECIES DE ARTRÓPODOS

Paloma Farga Mínguez

Grado de Biología

Facultad de Ciencias

Año Académico 2019-20

ESTUDIO DE LA ANATOMÍA DEL APARATO VENENOSO DE DIFERENTES ESPECIES DE ARTRÓPODOS

Paloma Farga Mínguez

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Ciencias

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2019

Palabras clave del trabajo:

veneno, Hymenoptera, Araneae, aguijón, quelíceros

Nombre Tutor/Tutora del Trabajo Miguel Ángel Miranda Chueca

Nombre Tutor/Tutora (si procede)

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>

ÍNDICE

1. Resumen.....	2
2. Introducción.....	3
2.1. Clase Insecta. Orden Hymenoptera.....	3
2.2. Clase Arachnida	
2.2.1. Orden Araneae.....	5
2.2.2. Orden Scorpiones.....	7
2.3. Especies de importancia sanitaria	8
2.4. Tipos de veneno.....	9
3. Objetivos.....	11
4. Metodología	
4.1. Trabajo experimental.....	11
4.2. Búsqueda bibliográfica.....	12
5. Resultados.....	12
6. Discusión.....	20
7. Conclusiones.....	22
8. Bibliografía.....	23

RESUMEN

Los artrópodos venenosos presentan un aparato que les permite defenderse o inyectar veneno a sus presas. Las estructuras anatómicas que lo comprenden en las diferentes especies del orden Hymenoptera y Araneae son estudiadas y comparadas. Los resultados de los ejemplares provienen experimentalmente de disecciones y son complementados con información extraída de literatura científica. El aparato venenoso de los himenópteros esta formado por un aguijón y estructuras esqueléticas asociadas. Variaciones en la disposición, longitud y esclerotización de las partes de aparato son observadas en los géneros *Apis* (Apidae), *Polistes* y *Vespula* (Vespidae). La reducción y separación de partes esqueléticas en *Apis*, respecto a las especies de Vespidae, le permite la autotomía del aguijón durante la picadura. Por lo que corresponde a los arácnidos, las especies estudiadas presentan una morfología similar de los quelíceros, formados por un segmento basal con pelos sensoriales y un colmillo movable curvado. Sin embargo, la disposición de los quelíceros en *Vitalius* es opuesta (Ortognatha), mientras que *Larinioides* y *Argiope* es paralela (Labidognatha).

ABSTRACT

The sting apparatus of venomous arthropods allows them to defend themselves or inject venom into prey. Anatomic structures that compose it in different species of order Hymenoptera and Araneae are studied and compared. Specimens results come experimentally from dissections and are complemented with information extracted from scientific literature. Venom apparatus of Hymenoptera are formed by a sting and associated skeletal structures. Variations in arrangement, length and sclerotization of apparatus parts are observed in the genera *Apis* (Apidae), *Polistes* and *Vespula* (Vespidae). The reduction and separation of skeletal structures in *Apis* by comparison with species of Vespidae, allows it the sting autotomy during stinging. Concerning arachnids, studied species have a similar morphology of chelicerae, formed by a basal segment with sensory hairs and a movable curved fang. However, the chelicerae in *Vitalius* are opposite (Ortognatha), while *Larinioides* and *Argiope* are parallels (Labidognatha).

INTRODUCCIÓN

Existen más de un millón de especies artrópodos en el mundo, adaptados a diferentes condiciones. Sus características que lo definen son la metamerización del cuerpo, apéndices articulados y la presencia de exoesqueleto quitinoso (Brignoli, 2013). Dentro de los artrópodos (Filo Arthropoda), que constituyen aproximadamente el 75% del Reino Animal, muchos órdenes presentan especies venenosas y son capaces de causar molestias a los humanos mediante sus órganos picadores o por mordedura, de inocular agentes tóxicos con graves consecuencias o de transmitir enfermedades como la escabiasis, miasis, tungiasis (Muñoz y Gil, 1997; Kalid, 2015).

Los animales venenosos pueden dividirse en activos, que son aquellos que presentan un mecanismo inoculador de veneno; y en pasivos, que disponen de glándulas que producen las sustancias, pero no disponen de aparatos venenosos, como es el caso de coleópteros meloidos, y miriápodos (milpiés y ciempiés) (Melic, 1995; Zavala et al., 1999). Entre los artrópodos activos, encontramos a los escorpiones, organismos depredadores que inyectan potentes toxinas a sus presas, mediante el aguijón, situado en la cola. El escorpionismo es responsable de decenas de millares de muertos por año en el mundo, ocasionando problemas de Salud Pública (Lagunas Flores y Arrison, 1989). Otro grupo de arácnidos que poseen veneno son las arañas, son organismos quelicerados que inyectan veneno a través de unas piezas bucales, los quelíceros. Algunas especies de arañas destacan por su capacidad de provocar cuadros de intoxicación humana. Por otra parte, los insectos del orden Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas) pueden inyectar veneno a través del aguijón, aunque algunos grupos lo utilizan como mecanismo de defensa, pueden dañar a los humanos produciendo lesiones de escasa importancia, y en algunos casos pueden provocar reacciones muy intensas (Muñoz y Gil, 1997).

El presente estudio se centra en los artrópodos venenosos activos, dando énfasis en las clases Insecta (insectos) y Arachnida (arácnidos). En estos grupos se encuentran las especies estudiadas. En los insectos, los himenópteros de los géneros *Apis*, *Vespula* y *Polistes* son estudiados, y en cuanto a los arácnidos, arañas de los géneros *Argiope*, *Vitalius* y *Larinioides*. Se plantea hacer una comparación de la anatomía del aparato venenoso de diferentes artrópodos.

Clase Insecta. Orden Hymenoptera

El orden Hymenoptera de la clase Insecta comprende varios grupos con especies venenosas: hormigas (familia Formicidae), avispas (familia Vespidae), y las abejas (familia Apidae) (De

Roodt, 2005). Este grupo se define por presentar ojos compuestos, aparato bucal generalmente masticador, y dos pares alas membranosas, las posteriores más pequeñas. El cuerpo de los himenópteros está dividido en cabeza, tórax o mesoma y abdomen o metasoma, recubierto por un exosqueleto de quitina. El exosqueleto del metasoma está dividido por segmentos abdominales dorsales, llamados terguitos; y ventrales, esternitos. El número de segmentos es una carácter taxonómico. En el caso de las abejas y avispas, el abdomen está formado por seis segmentos, y en el último se sitúa el aparato venenoso. Cada segmento a su vez se divide en hemitergitos (Snodgrass, 1942).

El aparato venenoso presenta dos órganos implicados: glándulas productoras de sustancias repelentes y venenos; y un mecanismo inoculador o vulnerante, que transporta veneno desde las glándulas hasta la víctima (Melic, 1995). En los himenópteros, el mecanismo inoculador es el aguijón. Este procede del ovipositor, dedicado a la puesta de huevos, por ello, las hembras son las únicas que lo poseen. Con la evolución, en las abejas y otros himenópteros el ovipositor se transformó en el aparato inoculador exclusivamente, perdiendo su función en la puesta de huevos (Valledor de Lozoya, 1994). Este grupo de organismos, que han modificado su ovipositor en aguijón, se les asigna en el grupo Aculeata (Gayubo y Pujade, 2015). Los aculeados usan el aguijón para la depredación y para defenderse. Algunas especies de la superfamilia Bethyloidea usan el aguijón como ovipositor, las cuales son avispas primitivas parasíticas (Bücherl, Buckley y Deulofeu, 2013).

El aguijón de las abejas obreras del género *Apis* difiere en el de las avispas o hormigas, ya que en el momento de picar se produce una autotomía del aparato venenoso, un mecanismo de defensa en el que la abeja muere tras la picadura, pero habrá conseguido aumentar la liberación de veneno expulsado y de feromonas de alarma. Es un mecanismo altruista que permite proteger a la colonia frente a depredadores vertebrados (Hermann, 1971). Sin embargo, las especies de Vespidae, las avispas, son capaces de picar múltiples veces y son más agresivas que las abejas (Fitzgerald y Flood, 2006).

El aparato picador de los himenópteros está formado por un aparato motor que consta de cuatro pares de placas: espiracular, oblonga, cuadrada y triangular; y por un aparato perforante (aguijón). El aparato perforante está compuesto por el estilete y un par de lancetas que se extienden desde el abdomen durante la picadura, y por lo tanto permiten que se produzca una herida para que penetre el aguijón. Las placas cuadrangulares extienden y retraen las lancetas, mientras que las placas oblongas dan soporte para la acción de los músculos que permiten que se mueva el aguijón (Snodgrass, 1942). Las placas espiraculares son sitios de anclaje del aparato

venenoso dentro del ápice del abdomen (Maschwitz y Kloft, 1971). Existen varios sinónimos de las estructuras que componen el aparato venenoso (Tabla 1), son los términos de las estructuras homólogas en el ovopositor de otros insectos que han evolucionado y dado origen a las estructuras del aguijón.

Por otro lado, hay glándulas asociadas: la glándula de Dufour, la glándula venenosa y el saco venenoso. La glándula de Dufour es un tubo opaco blanquecino ligeramente enrevesado, de secreción tipo exocrina y básica (Mitra, 2013). La glándula de veneno son un par de túbulos situados en la parte exterior del abdomen, también son exocrinos pero de secreción ácida, mientras que el saco de veneno almacena el veneno secretado por la glándula de veneno (Surendra, Jayaram, Reddy y Ravikumar, 2013).

Tabla 1. Sinónimos de las estructuras que componen el aparato venenoso del Orden Hymenoptera, recopilados de Packer (2003).

Términos utilizados en este trabajo	Sinónimos más comunes
Placa espiracular	8° hemitergito (abdominal) 7° hemitergito (gastral)
Placa cuadrada	9° hemitergito (abdominal) 8° hemitergito (gastral)
Placa triangular	Primer valvífero
Placa oblonga	Segundos valvíferos
Vaina del aguijón	Gonostilo 3ª válvula
Lancetas	Primera válvula

Clase Arachnida

Orden Araneae

Los artrópodos actuales se dividen en dos grupos, los quelicerados (Chelicerata) y los mandibulados (Mandibulata). Dentro de los quelicerados se encuentran a las arañas y escorpiones, los cuales pertenecen a Arachnida. El nombre de quelicerados proviene de la presencia de quelíceros, primer par de apéndices. Además, se caracterizan por tener el segundo par de apéndices modificado en pedipalpos y por no presentar antenas ni mandíbulas. Las

arañas, orden Araneae, se caracterizan por presentar el cuerpo dividido en dos partes: prosoma y opistosoma, unidos por el pedicelo. Además, presentan apéndices en el opistosoma destinados a crear hileras con hilos de seda (Ribera, Melic y Torralba, 2015). Excepto unas pocas familias de arañas pequeñas, todas las arañas presentan veneno, inyectándolo a sus presas a través de los quelíceros, formados cada uno por un segmento grueso basal, llamado tallo, y un colmillo movable (Yiğit, Güven, Bayram, y Çavuşoğlu, 2004). Los quelíceros provienen de un patrón ancestral unirrámeo, al igual que las anténulas de los crustáceos y las antenas de los insectos (Ribera, Melic y Torralba, 2015). Los artrópodos quelicerados se clasifican en tres grupos según la morfología del quelíceros: quelíceros en navaja, quelíceros en tijera y quelíceros triarticulados tipo pinza. Los quelíceros en navaja son los que corresponden a Tetrapulmonata, que incluye las arañas. Los quelíceros en tijera se encuentran en los órdenes Pseudoscorpiones y Solifugae, mientras que los de tipo pinza está presente en los órdenes Scorpiones y Opiliones (Foelix, 1996).

Las arañas se clasifican en Orthognatha (migalomorfas) y Labidognatha (araneomorfas). Las primeras presentan quelíceros que actúan de manera paralela entre ellos, por lo que hacen movimientos de arriba a bajo, como es el caso de las tarántulas. Sin embargo, en Labidognatha los quelíceros se disponen opuestos (Moon y Yu, 2007).

Los quelíceros de las arañas están conectados a glándulas venenosas y son usados para inyectar venenos y matar a las presas. También, permitirán disolver los tejidos para posteriormente ingerirlos, por lo que, los quelíceros tienen un rol importante en la captura y digestión externa del alimento (Melic, 1995; Levi y Levi, 1990). Las glándulas se continúan con un conducto que empieza en la base del quelíceros y finaliza en los colmillos. Estos presentan un poro por el que fluye el veneno al exterior. En el segmento basal de los quelíceros, pueden presentar dientes cuticulares. Las glándulas venenosas están situadas generalmente en la parte anterior del prosoma en las arañas araneomorfas (Figura 1), mientras que en las migalomorfas, las glándulas se sitúan en la parte basal de los quelíceros (Foelix, 1996). El tamaño de la glándula no está necesariamente correlacionado con el tamaño de la araña. Pueden presentar diversas formas: bulbosas, alargadas, cilíndricas, etc. (Çavuşoğlu, Bayram, Maraş y Kirindi, 2005).

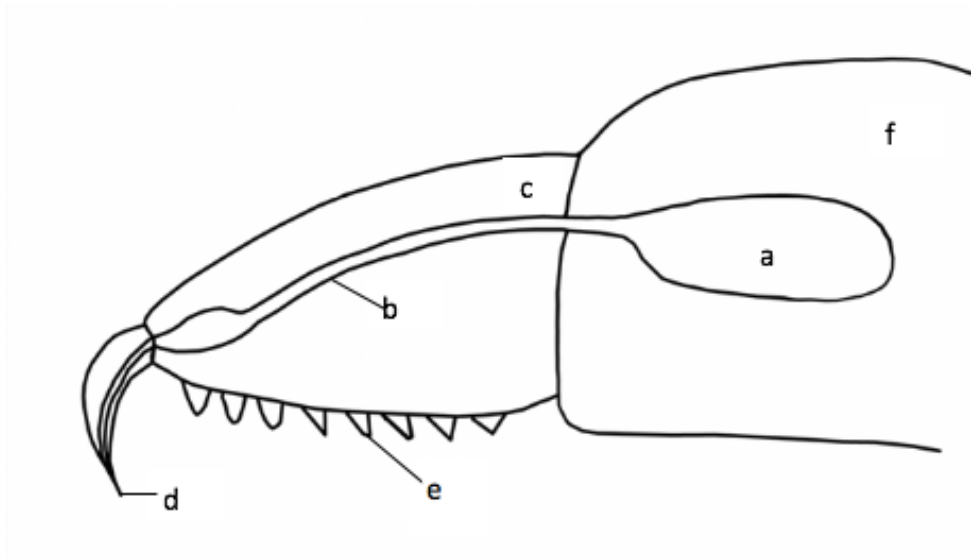


Figura 1. Esquema del quelicero de una araña (basado en Waller y Phanuel, 1989). a: glándula de veneno, b: conducto, c: segmento basal o tallo, d: colmillo, e: dientes de los queliceros, f: prosoma.

Orden Escorpiones

Los escorpiones son artrópodos quelicerados, como las arañas. Presentan un cuerpo segmentado elongado, formado por un prosoma y opistosoma. El opistosoma se divide en un mesosoma (pre-abdomen) y metasoma (post-abdomen), el cual, junto al telson, formarán la cola (Figura 2). El telson es una estructura bulbosa que contiene un par de glándulas de veneno y un aguijón curvado que libera el veneno a través de dos poros, uno a cada lado de la punta del aguijón (Brownell y Polis, 2001). Por lo tanto, a diferencia de las arañas, los queliceros no son los que inyectan el veneno, si no que, servirán para triturar las presas capturadas por el telson o para defenderse. El telson está cubierto por un exoesqueleto de quitina con setas y fosas cuticulares que sirven como órganos sensoriales (Yigit, Bayram y Danisman, 2007).



Figura 2. *Tityus serralatus*

Especies de importancia sanitaria

Los artrópodos que producen efectos tóxicos en el ser humano se designan en general como insectos venenosos de importancia médica.

Casi todas las arañas presentan veneno, solo algunas tienen un efecto importante en los humanos. Las arañas más peligrosas en el mundo son migalomorfas (Ortognatha): *Latrodectus*, *Loxosceles*, *Phoneutria* y *Atrax* (Escoubas, Diochot y Corzo, 2000; Melic, 1995). Las especies del género *Loxosceles* habitan en zonas tropicales y subtropicales, la más difundida es *L. laeta*. Son arañas que viven en habitaciones, con hábitos nocturnos, y pican como defensa propia. El loxoscelismo tiene una forma clínica cutánea (mayoría de los casos), que produce edema y eritema las primeras horas, pero que puede llegar a provocar isquemia, necrosis, fiebre y exantema (Hernández, 1993). La forma cutáneo- visceral, menos frecuente, puede producir hemólisis intravascular y hemorragias (Dos Santos et al., 2000).

Las arañas del género *Latrodectus* presentan un fuerte veneno. Su efecto es predominantemente neurotóxico y puede llegar a producir cefalea de intensidad variable, vómitos, parestesias generalizadas, mialgias, artralgias, espasmos, hipertensión, entre otros (Sotelo Cruz, Valenzuela y Rivera, 2005).

Las arañas del género *Phoneutria* se conocen también como “arañas armadas” o “arañas de las bananeras”, las cuales se distribuyen desde Costa Rica hasta Argentina. Presentan un veneno de acción neurotóxica y cardiotoxica, y los síntomas que se pueden presentar son edema, eritema, caída de párpados, vómitos, sialorrea, priapismo, hipotensión arterial, edema pulmonar y, en algunos casos, la muerte (Vargas, Vázquez y Ugarte, 2017).

Las arañas estudiadas en este trabajo no son de gran importancia sanitaria. El género *Vitalius*, especie del sudeste de Brasil, a pesar de ser una tarántula migalomorfa de gran tamaño, no es potencialmente peligrosa. Del mismo modo, las arañas del género *Argiope* y *Larinoidea*, arañas constructoras de telarañas distribuidas ampliamente por todo el planeta, no son de alta gravedad para humanos.

Todos los escorpiones son venenosos, pero no todos son peligrosos para los humanos. Sin embargo, son un grupo de gran interés porque algunos géneros tienen alta toxicidad. Los más importantes sanitariamente son los de la familia Buthidae. Pertenecen a esta familia, *Tityus serrulatus*, el escorpión de mayor importancia médica en Brasil (Figura 2). Contiene las neurotoxinas más tóxicas de los venenos de escorpiones (Hernández, 1993; Carmo et al., 2014). Produce alteraciones cardiorrespiratorias, edemas pulmonares, fallos en la circulación,

desencadenando la muerte (Cologna, Marcussi, Giglio, Soares y Arantes, 2009). Otro de los escorpiones más peligrosos, que también pertenece a la misma familia, es *Androctonus australis*, llamado también “escorpión de cola gorda”. Vive en los desiertos del Norte de África, y su picadura puede producir disfunción cardíaca, edemas con hemorragias e infiltrados de células inflamatorias en corazón y pulmones (Adi-Bessalem, Hammoudi-Triki y Laraba-Djebari, 2008).

Las consecuencias de la picadura de himenópteros, en general y como es el caso de los géneros estudiados, son de escasa importancia en la mayoría de ocasiones. En cuanto a la familia Formicidae, el género *Solenopsis* comprende a las hormigas de fuego. *Solenopsis invicta*, originaria de Brasil y *Solenopsis richteri*, de Uruguay y Argentina, son las especies de mayor importancia sanitaria del género. La picadura produce un potente dolor, formando pústulas locales hasta anafilaxis, incluso hay casos que producen la muerte (Fitzgerald y Flood, 2006). Otro género importante es *Atta*, u hormiga arriera, que al morder introduce saliva irritante capaz de producir eritemas y edemas, además de náuseas y vómitos (Kalid, 2015).

Tipos de veneno

Los artrópodos tienen veneno como mecanismo de defensa en algunos casos, o para capturar a sus presas, sin que esto implique que sea venenoso para todos los grupos animales o tenga el mismo efecto (Kalid, 2015). El veneno puede estar formado por diferentes sustancias tóxicas desde el punto de vista químico, así como el mecanismo de acción que atienden.

El veneno de abejas, avispas y abejorros tienen en común que presenta histamina, sustancia vasodilatadora, que causa prurito y edema. Otra sustancia que lo compone es la noradrenalina, que actúa sobre las células efectoras (Kalid, 2015). Además, coinciden en que poseen enzimas como la fosfolipasa A, que actúa degradando los fosfolípidos de las mitocondrias, membranas y otros componentes celulares (Habermann, 1972). El veneno de *Apis mellifera* (abeja de la miel) contiene una gran cantidad de péptidos, entre ellos, apamina, melitina y péptido MCD (Baracchi y Turillazzi, 2010). La melitina es el que representa mayor proporción de su secreción, una toxina anfipática e hidrosoluble que contiene un gran efecto hemolítico, antiinflamatorio, antimicrobiano y antivírico. La apamina es la neurotoxina que se encuentra en menor proporción, bloquea el canal del potasio activado por el calcio, afectando al sistema nervioso central por lo que causa convulsiones y espasmos (Habermann, 1972). El péptido MCD es un componente irritante, ya que induce la liberación de histamina y serotonina (Dotimas and Hider, 2015). Estos péptidos presentes en el veneno de las abejas, no se

encuentran en avispas, sin embargo, el veneno de las avispas contiene kininas. Las kininas tienen un efecto neurotóxico, paralizan a las presas de las avispas al afectar en los ganglios nerviosos implicados en la locomoción (Piek, 1991).

La composición de los venenos de arañas contiene iones inorgánicos, neurotransmisores, poliaminas, proteínas (Escoubas et al., 2000). Los venenos de los arácnidos son diversos entre especies. En el caso de uno de los géneros examinados, *Argiope*, género inocuo para los humanos, presenta veneno con argiotoxinas, como la argiopina, identificada en *A. lobata* por Kawai (1991). Esta sustancia es una poliamida que bloquea el canal de los receptores de glutamato (Nelson et al., 2009).

Una especie de araña con fuerte veneno es *Lactrodectus mactans*, comúnmente llamada viuda negra. La composición del veneno de esta especie incluye varias toxinas; entre éstas, la lactrodectina alfa, la latrotoxina alfa, la latrocrustotoxina y la latroinsectotoxina (Sotelo Cruz et al., 2005). Estas son proteínas con afinidad por las terminaciones nerviosas. La latrotoxina y lactrodectina interactúan con la doble capa de lípidos de membrana celular de las terminaciones presinápticas, haciéndola más permeable, permitiendo que las toxinas entren al interior de la célula por endocitosis y provocando la liberación de gran cantidad de neurotransmisores (Kiyatkin, Dulubova, Chekhovskaya y Grishin, 1990; Sotelo Cruz et al., 2005).

El veneno de la arañas del género *Loxosceles*, presenta actividad dermonecrótica y hemolítica porque contiene esfingomielinasas D, además de contener enzimas comunes con las serpientes, como hialuronidasas, esterases, fosfatasas alcalinas (Kalid, 2015; Kiyatkin et al., 1990).

El veneno de los escorpiones está compuesto por una mezcla de sales, azúcares, serotonina, histaminas, proteasas, inhibidores, mucopolisacáridos, hialuronidasas y proteínas neurotóxicas, que interaccionan con canales iónicos de sodio y potasio en membranas excitables. Estas neurotoxinas pueden bloquear los canales de sodio, prolongando los potenciales de acción (alfa toxinas). Otro grupo, las beta toxinas, activan los canales de sodio. Las toxinas depresoras inducen parálisis bloqueando potenciales de acción al despolarizar la membrana y suprimir la corriente de sodio (Cologna et al., 2009).

OBJETIVOS

El objetivo principal del presente trabajo es describir el aparato venenoso de artrópodos himenópteros y arácnidos.

Los objetivos específicos son:

- Analizar experimentalmente el aparato venenoso de los himenópteros: *Apis mellifera*, *Vespula germanica*, *Polistes gallicus*, y de las arañas: *Argiope bruennichi*.
- Comparar la anatomía de las partes del aparato venenoso de las especies analizadas entre ellas y con otras especies estudiadas en la literatura científica.

METODOLOGÍA

Trabajo experimental

Las especies estudiadas de himenópteros en el laboratorio fueron *Apis mellifera*, *Vespula germanica* y *Polistes gallicus*, y de arañas, *Argiope bruennichi*. Los ejemplares fueron capturados en las parcelas de zoología de la Universidad de las Islas Baleares. Para la captura de los himenópteros, se utilizaron mangas entomológicas y en concreto, para las avispas, unas trampas de 17 cm de altura y 16 cm de ancho (Figura 3). Son trampas de plástico que se cuelgan en un árbol o soporte, que cuentan con una apertura en la parte inferior por la que entran las avispas. Estas son atraídas por un atrayente alimenticio compuesto por *Saccharomyces cerevisiae*, la levadura de cerveza, el cual se encuentra en alimentos que ingieren las avispas, como las uvas. Se introducen tres cucharadas del atrayente en el fondo de la trampa y se mezcla con agua. Una vez las muestras se transportan al laboratorio, se conservan en el congelador.

La identificación taxonómica se llevó a cabo mediante las guías Chinery (1980) y Jones (1985). Las muestras se identifican bajo lupa binocular (Leica, EZ4 D), y se analizan llevando a cabo una disección del aparato venenoso. Además, se toman fotografías con la cámara integrada de la lupa binocular (Zeiss, Stereo Discovery.V8). Para la disección, las muestras deben estar previamente descongeladas. En el caso de los himenópteros, con las pinzas entomológicas se extrae el exoesqueleto de los segmentos abdominales dorsales (tergitas) desde la parte anterior a la posterior. Seguidamente, se extrae el aparato venenoso y se añaden gotas de etanol 70% para fijar los tejidos. La disección de las arañas, previamente descongeladas, se lleva a cabo con la ayuda de un bisturí y pinzas para extraer los quelíceros. Todas las muestras se conservan en etanol 70% en tubos de centrifuga.



Figura 3. Trampa para capturar himenópteros.

Búsqueda bibliográfica

Se completó el trabajo con una búsqueda bibliográfica buscada en Google Scholar y Pubmed. Los resultados de las especies de arañas *Larinioides cornutus* y *Vitalius dubius* fueron consultadas bibliográficamente y no experimentalmente.

RESULTADOS

La disección del aparato de venenoso de *A. mellifera* se utiliza de referencia para visualizar el aparato motor, el aguijón y las glándulas asociadas. Tanto la glándula de Dufour como el saco venenoso están asociadas a la base del aguijón. Las glándulas de veneno presentan forma filiforme y están conectadas al saco venenoso, glándula más grande, con forma oval. Además, protegiendo al aguijón, se encuentran las vainas (Figura 3).

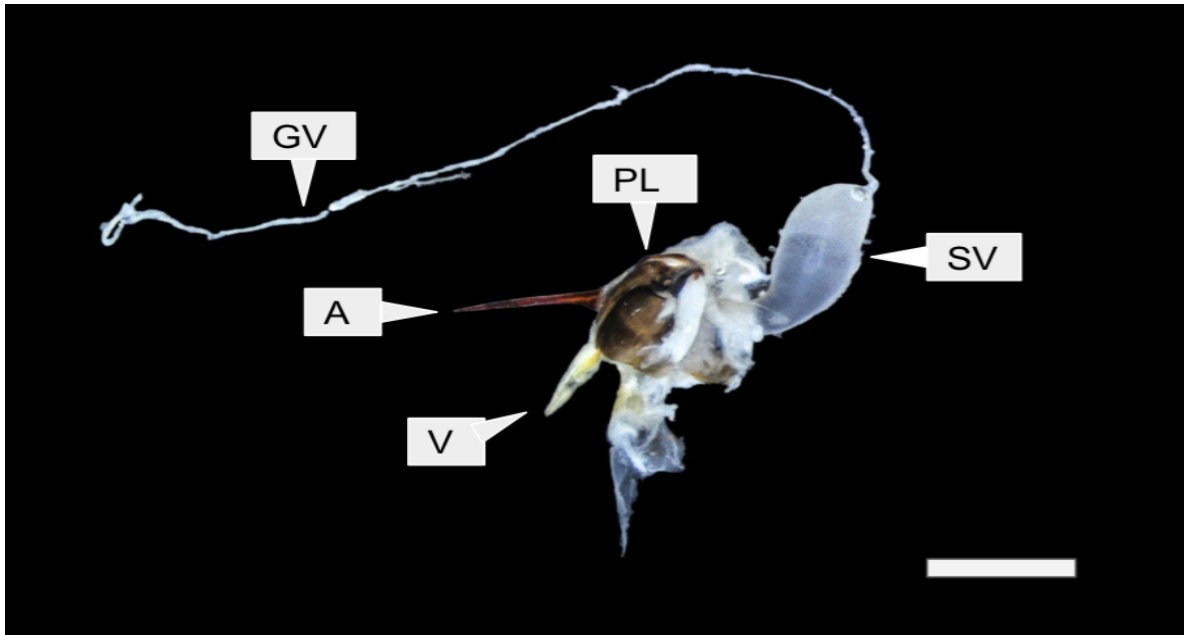


Figura 3. Aparato venenoso de *Apis mellifera*. SV: saco venenoso, PL: placas triangular, oblonga y cuadrada, V: vainas, A: aguijón, GV: glándula de veneno. Barra de escala: 1 mm.

Aparato perforador

El aguijón es la parte más esclerotizada del aparato venenoso. El aguijón de *A. mellifera* es recto, mientras que el de *V. germanica* y *P. gallicus* es curvado (Figura 4). El aguijón presenta un bulbo, que contiene una cavidad formada por invaginación que está abierta al exterior, conectando con el saco venenoso (Snodgrass, 1942). El bulbo del aguijón en las abejas es una protuberancia importante, mientras que en las avispas es moderada.

Las lancetas corresponden al aparato perforador, las cuales se bifurcan formando dos ramas, brazos con forma curvada. Cada una se divide en dos partes: rama 1, que conecta la lanceta con el ángulo apical de la placa triangular; y rama 2, que une la base del bulbo con la parte anterior de la placa oblonga (Maschwitz y Kloft, 1971; Snodgrass, 1942). En el extremo de las lancetas forman barbas, una especie de dientes aserrados (Surendra et al, 2015).

En *Apis* aparece una estructura con forma de Y invertida articulada en dos puntos de la parte dorsal del estilete, la fúrcula. Además, tiene una membrana en la parte dorsal del bulbo que conecta los márgenes de las placas oblongas. En las avispas no se encuentra esta membrana.

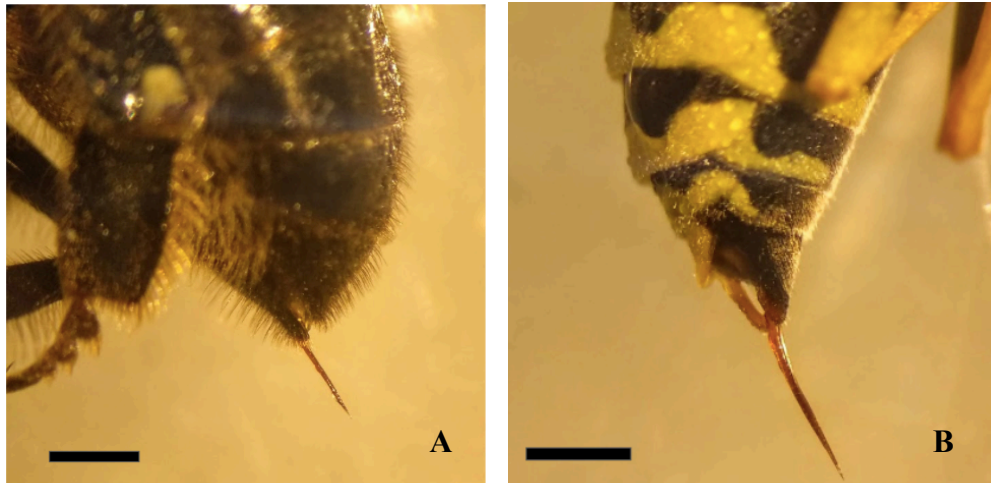
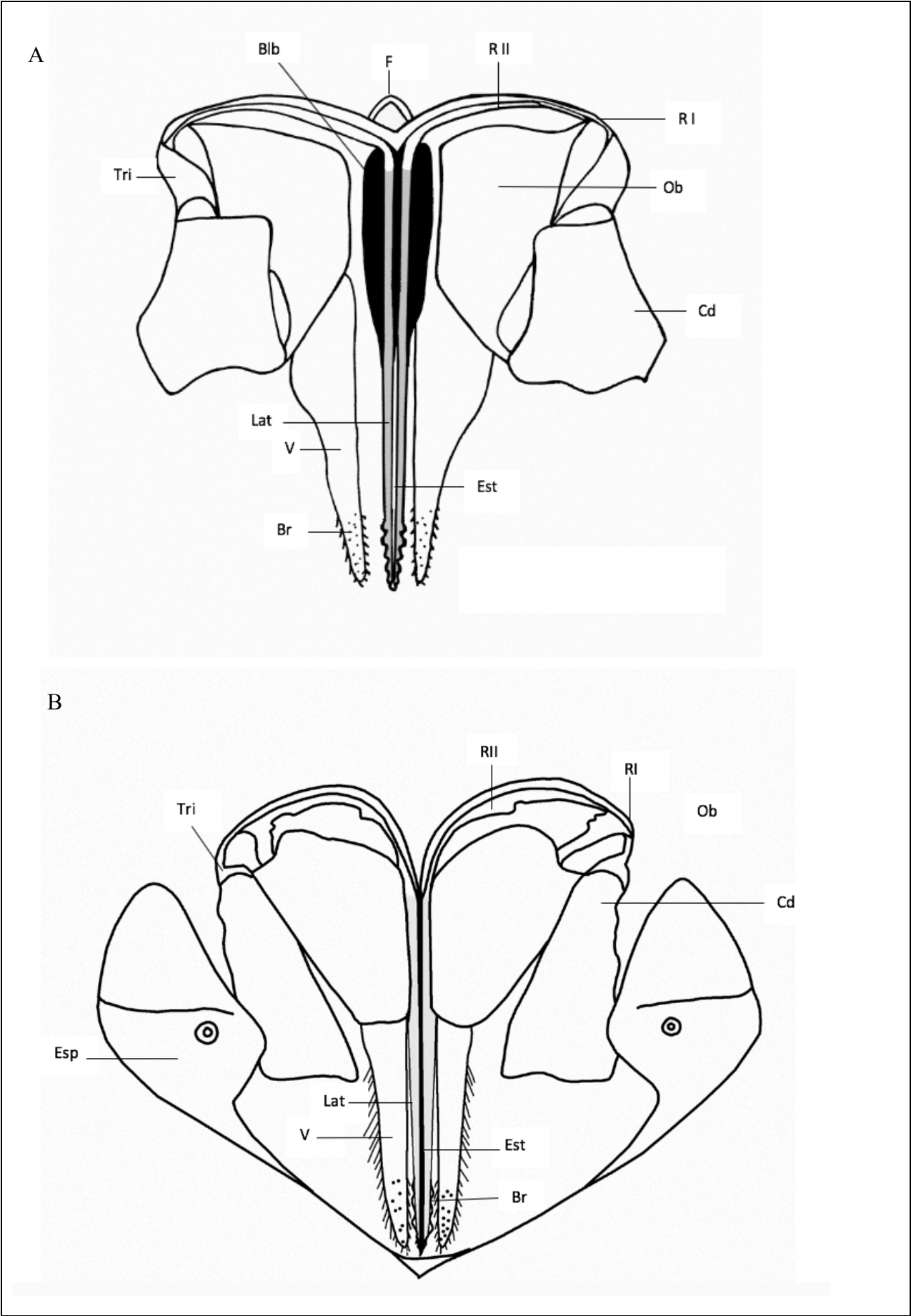


Figura 4. Aguijón de abeja de la miel (*Apis mellifera*) (A) y de avispa (*Polistes gallicus*) (B). Barras de escala: 1 mm.

Placas espiraculares

Las placas espiraculares presentan un orificio, el espiráculo (Figura 6). En *A. mellifera* las placas están suspendidas por músculos de la pared abdominal, por lo que son estructuras flotantes y están unidas a las placas cuadradas por conexiones musculares (Hermann, 1986). En *V. germanica* y *P. gallicus* las placas son de mayor tamaño. Además, presentan diferencias frente a las abejas, porque están unidas por un puente esclerotizado que atraviesa dorsalmente el aguijón (Figura 5B). En *V. germanica*, por encima del espiráculo, hay una cresta lateral que se extiende hasta el otro margen de la placa (Figura 6).



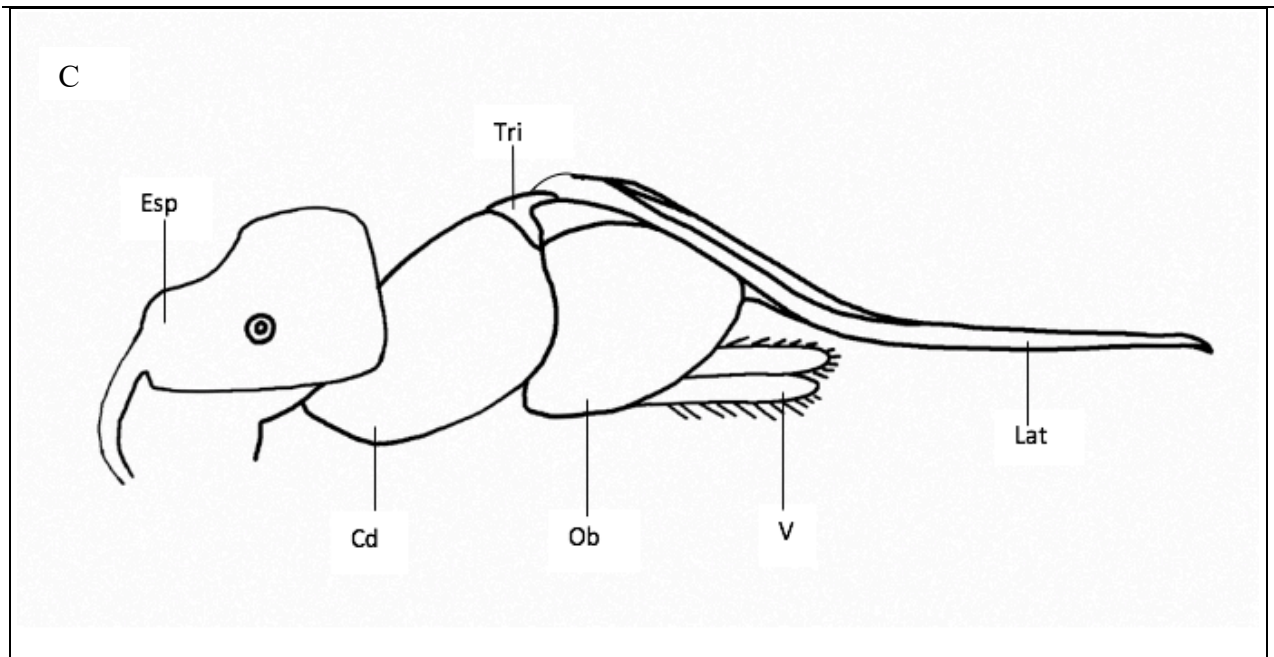


Figura 5. Aparato venoso de *Apis mellifera* (A), *Vespula germanica* (B) y *Polistes gallicus* (C). F: fúrcula, Ob: placa oblonga, Cd: placa cuadrada, Tri: placa triangular, Esp: placa espiracular, Lat: lancetas. RI: rama 1, RII: rama 2. V: vaina, Est: estilete, Br: barbas.

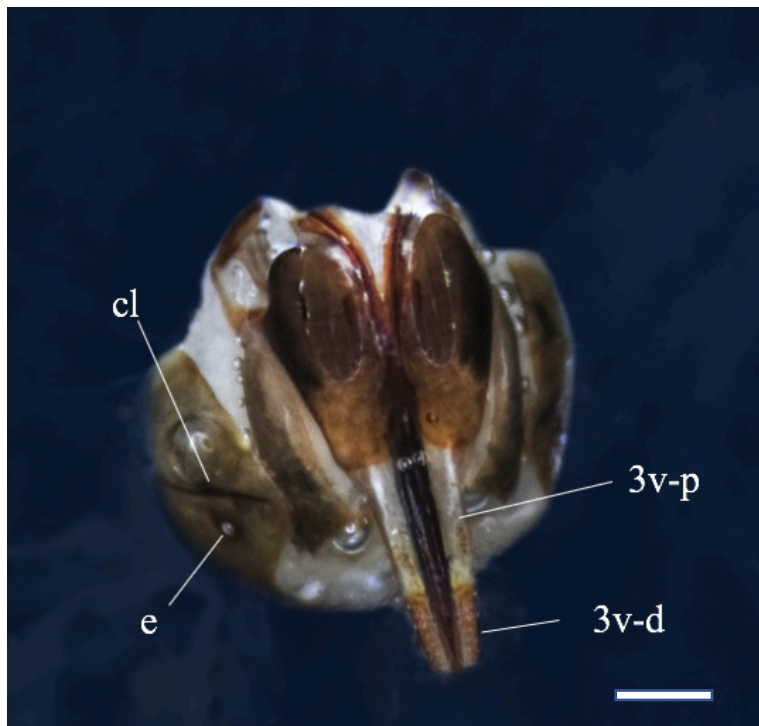


Figura 6. Aparato venoso de *V. germanica*. cl: cresta lateral, e: espiráculo, 3v-d: 3ª válvula distal, 3v-p: 3ª válvula proximal. Barra de escala: 0,6 mm.

Placas cuadradas

Las placas cuadradas están completamente separadas, situadas dorsalmente y externamente a las placas oblongas y se articulan anteriormente con las placas triangulares (Silveira y Silveira 1994). En *V. germanica* y *P. gallicus* la forma es rectangular, mientras que en *A. mellifera* es cuadrada. En *A. mellifera* las placas no están muy esclerotizadas, excepto el lateral que une la placa triangular (cresta condilar) y en el lateral anterior (cresta lateral) (Packer, 2003) (Figura 7). En *V. germanica*, estas crestas esclerotizadas no aparecen. *P. gallicus* presenta las placas más esclerotizadas.

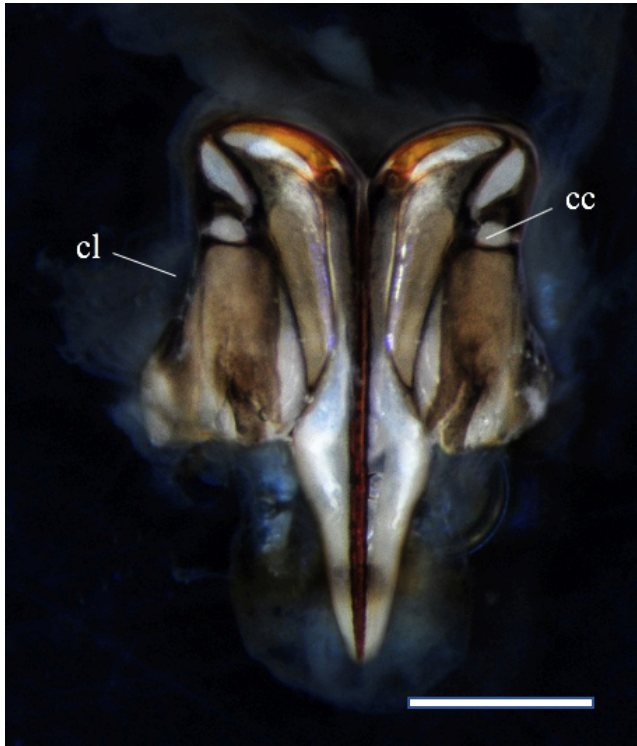


Figura 7. Aparato venenoso de *Apis mellifera*. cc: cresta condilar, cl: cresta lateral. Barra de escala: 1 mm.

Placas oblongas

La placa oblonga es una estructura elongada, la parte anterior de la cual se continua con la rama 2. En *Apis*, el margen ventral de la placa cuadrada solapa a las placas oblongas, situadas por lo tanto, debajo de ellas. La conexión de la placa oblonga con la rama 2 es diferente en las especies estudiadas. La esclerotización de la placa no es homogénea en *V. germanica* y *P. gallicus* (Figuras 6 y 8). En *A. mellifera*, la placa oblonga se alarga en punta uniéndose a la rama 2, mientras que en *V. germanica*, la rama 2 presenta un extensión que se une a la placa oblonga. En *P. gallicus* no hay extensión. Además, la placa oblonga se articula con las vainas del aguijón (3ª valvula), las cuales presentan pelosidad. En *V. germanica* y en *A. mellifera* las vainas son de la misma longitud que el estilete, mientras que en *P. gallicus* son más cortas. La

esclerotización de las vainas es mayor en la parte distal que en la proximal, rasgo que se observa con claridad en avispas, siendo la parte distal la más oscura (Figuras 6 y 8).

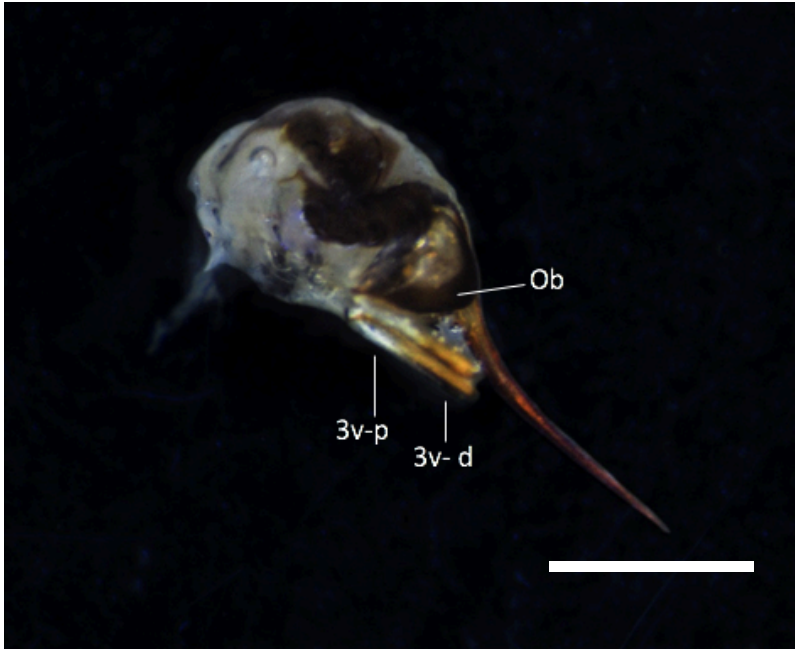


Figura 8. Vista de perfil del aparato venenoso de *Polistes gallicus*. Ob: placa oblonga, 3v-d: 3ª válvula distal, 3v-p: 3ª válvula proximal. Barra de escala: 1,5 mm.

Placas triangulares

La placa triangular es la más pequeña, y se continua por el ápice con la rama 1 de las lancetas. El margen inferior es cóncavo, el cual se une en los extremos con la placa oblonga y con la placa cuadrada (Figura 5A). En *V. germanica*, este margen también es cóncavo, pero está unido a la placa cuadrada en su totalidad y no únicamente en los extremos (Figura 5B). La placa triangular de *P. gallicus* y *A. mellifera* se muestra más esclerotizada que la de *V. germanica*, visualizándose de color más oscuro.

Orden Araneae

El aparato venenoso de las arañas, los quelíceros, consta de dos partes basales robustas y un colmillo móvil en cada una.

Los quelíceros de *A. bruennichi* son de tipo Labidognatha. Presentan un colmillo curvado de 1,5 mm de largo. La parte basal del quelíceros contiene dos hileras de dientes cuticulares (Figura 9A). Además presenta una línea de surcos a modo de sierra en el margen posterior de los colmillos de los quelíceros, a ambos lados y coincidentes con los dientes de la parte basal del quelíceros. Los quelíceros *L. cornutus* también se incluyen Labidognatha. La superficie superior

del colmillo, el cual mide alrededor de 0,10 mm, está cubierta por un surcos paralelos y en el margen posterior presenta surcos a modo de sierra (Figura 9B). Del mismo modo que *A. bruennichi*, cada colmillo de *L. cornutus* se sienta en una ranura de la parte apical de los quelíceros (Çavuşoğlu et al., 2005).

Los quelíceros de *V. dubius* son del suborden Orthognatha, ya que se disponen paralelos entre ellos. Los colmillos miden entre 6-11 mm de largo y tienen forma redondeada, formando un margen cortante (Rocha-e-Silva, Collares-Buzato, da Cruz-Höfling y Hyslop, 2009). Del mismo modo que las otras especies estudiadas, presentan en la parte basal pelos delgados y dientes quelicerales y surcos a modo de sierra en los colmillos (Figura 9C).

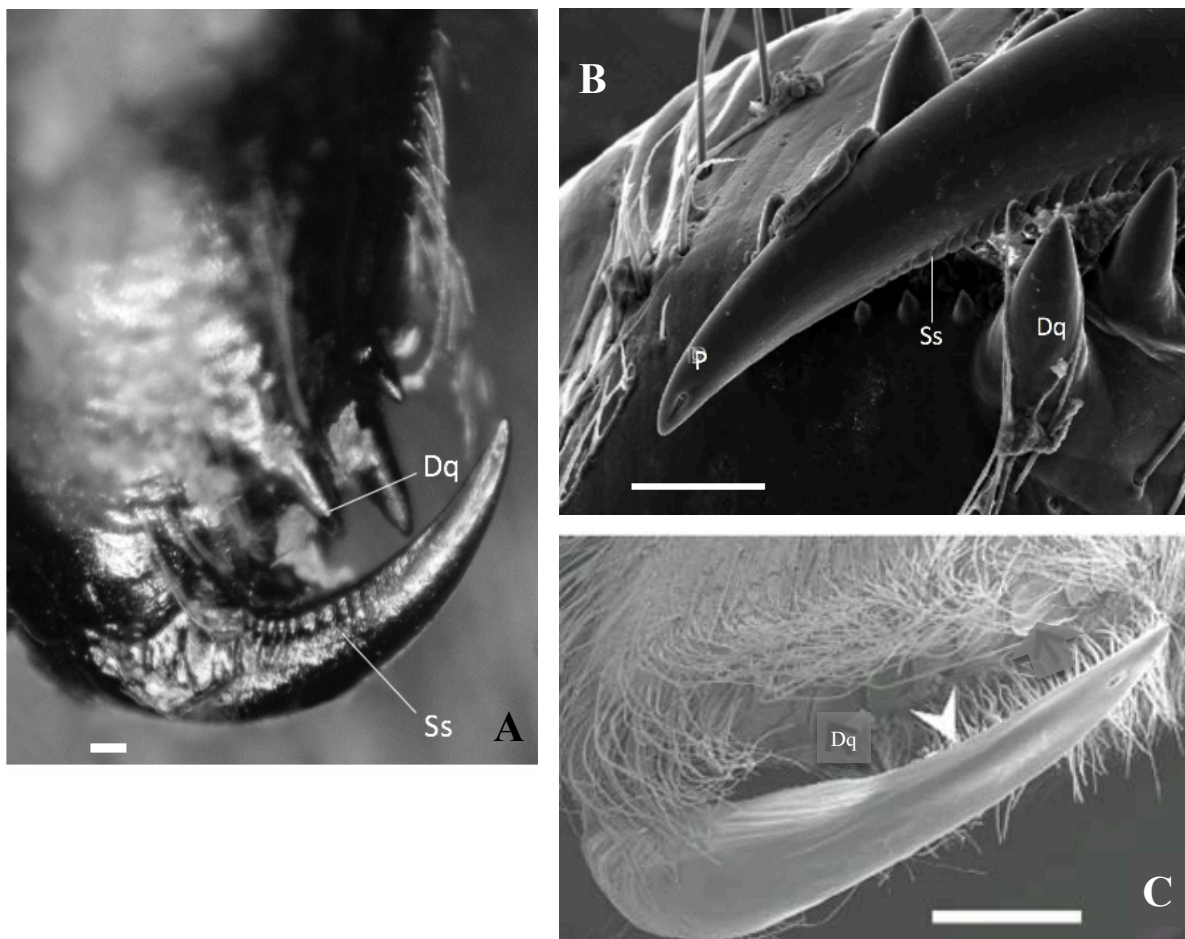


Figura 9. Quelíceros de *Argiope bruennichi* (A), fuente propia; *Larinioides cornutus* (B) (Çavuşoğlu et al., 2005) y *Vitalius dubius* (Rocha-e-Silva et al., 2009). Dq: dientes de los quelíceros, Ss: surcos a modo de sierra, P: poro de veneno. El colmillo de *V. dubius* está afilado anteriormente, con las caras laterales convergiendo para formar un margen cortante en la superficie posterior (punta de flecha blanca). Barras de escala: 100 μ m (A y B) y 2 mm (C).

DISCUSIÓN

Orden Hymenoptera

Las abejas de la miel y las avispas presentan diferencias respecto a la anatomía del aparato venenoso, incluso dentro de las avispas, la morfología del aparato de veneno difiere entre especies. La curvatura del aguijón de las avispas tiene que ver con la penetración del aguijón en la víctima, las cuales no lo empujan hasta que no entran en contacto con la víctima, al contrario de las abejas de la miel, que penetra el aguijón de manera recta (Zhao et al., 2015). Tanto las lancetas de los aguijones de las abejas como de las avispas tienen barbas, las cuales reducen la fuerza en el proceso de penetración del aguijón, pero en las *A. mellifera* son más largas, dificultando que se retire el aguijón y permitiendo que quede anclado en la víctima (Hernmann, 1986; Zhao et al., 2015). También, en *A. mellifera* la separación de las placas espiraculares y su reducción respecto a otras familias es una de las razones por las que no puede mover su aguijón hacia adelante y hacia atrás, y por lo que es más fácil perder el aguijón durante la picadura (Maschwitz y Kloft, 1971). Sin embargo, las placas espiraculares de *V. germanica* presentan un puente esclerotizado fusionando cada placa, con morfología similar al estudiado por Silveira y Silveira (1994) en *Parachartegus* sp. Este puente impide el movimiento independiente de cada placa. El espiráculo característica de esta placa es uno de los grandes componentes de intercambio de gases del aparato venenoso (Packer, 2003). Además, la cresta lateral de *V. germanica* se encuentra en los géneros *Polistes*, *Mischocyttarus* y en Vespinae. Posiblemente, su función sea reforzar la placa para un mejor soporte en los músculos. La forma de las placas espiraculares varía considerablemente entre taxones (Silveira y Silveria, 1994). Como explican algunos autores, Packer (2003), Zhao et al. (2015), estas diferencias de la morfología del aparato venenoso entre abejas y avispas podría ser por la razón por la que las avispas paralizan a sus presas con el aguijón, y pueden picar numerosas veces, mientras que las abejas la utilizan para defenderse, realizando una autotomía de su aparato venenoso, y su consecuente muerte.

Según Silveira y Silveira (1994), el margen dorsal de las placas oblongas está fuertemente esclerotizado en Polistinae conectado anteriormente con la rama 2, como se ha observado en los resultados de *P. gallicus* y *V. germanica* (Figuras 6 y 8).

La fúrcula tiene función del control del aguijón y presenta forma de Y invertida tanto en Vespidae, Formicidae y Apidae. Esta estructura está altamente especializada en especies que usan el aguijón con frecuencia y se encuentra reducida o se pierde en especies que dependen de

otros medios de depredación o defensa (Hermann y Chao, 1983). Aunque en las especies de avispa estudiadas no se ha descrito, esta estructura está presente.

Las placas triangulares corresponden a los primeros valvíferos del ovopositor de otros insectos (Maschwitz y Kloft, 1971). Estudios como Packer (2003) explican que no hay gran variación de la placa triangular entre diferentes especies. En la mayoría de abejas, los márgenes dorsales y ventrales de la placa convergen uniformemente hasta la rama 1, como ocurre en los resultados de *A. mellifera* (Figura 5A).

Kumpanenko, Gladun, y Vilhelmsen (2019) muestran el grado de esclerotización de las vainas del agujón en diferentes familias de Aculeata, siendo, en la mayoría, la parte distal la más esclerotizada, un hecho característico de Vespidae. En los resultados de *V. germanica* y *P. gallicus*, esta esclerotización ha sido más pronunciada que en *A. mellifera*. La longitud de estas vainas de las avispa estudiadas ya ha sido comentado en otros artículos, como İřcanoglu, y Bağriaçik, (2011), el cual concuerda con los resultados de este estudio, en los que hay variaciones en la longitud de las vainas, pero coinciden en que se estrechan hacia la base y presentan pelos. La pelosidad de las vainas del agujón podrían tener la función de órganos sensoriales (Maschwitz y Kloft, 1971).

Orden Araneae

Las arañas *A. bruennichi* y *L. cornutus* se encuentran en el suborden Labidognatha, ya que presentan los quelíceros opuestos, mientras que *V. dubius* pertenece a Orthognatha, como todas las especies de tarántulas. Las tarántulas son arañas con cuerpo medio o grande, cuya dieta incluye una gran variedad de invertebrados, como cucarachas y grillos, e incluso vertebrados como pájaros y mamíferos recién nacidos, serpientes pequeñas, ranas y lagartos (Foelix, 1996). La captura de presas de este rango en *V. dubius* se verá facilitada por la longitud de sus colmillos, que son más grandes que las otras especies estudiadas (es una araña más grande). Además, el margen cortante del colmillo facilita la penetración durante la mordedura (Rocha-Silva et al., 2009). Las arañas migalomorfas, al presentar los quelíceros paralelos, deben levantarse para realizar un mordisco hacia abajo (Moon, y Yu, 2007). La presencia de dientes en la parte basal les permitirá masticar a la presa, al contrario de las arañas que no tienen, como algunas arañas cangrejo, que tendrán que lamer a sus víctimas a través de la mordida (Young et al, 2001). *A. bruennichi* y *L. cornutus*, son arañas de menor tamaño que *V. dubius*, y por lo tanto la longitud de los colmillos de los quelíceros son menores, por lo que las presas que capturan son más pequeñas que las de *V. dubius*. *Argiope* ingiere insectos de longitud

aproximada de 15 mm, mientras que *Larinioides* se alimenta de insectos de menor longitud, de 6 mm aproximadamente (Prokop, 2006).

Vitalius dubius es una tarántula no agresiva que se encuentra en el sudeste de Brasil. Varios artículos, Rocha-e-Silva et al. (2009), Sutti et al., (2014), hablan de su veneno y del aparato venenoso. Sin embargo, se requieren más artículos científicos que estudien el aparato venenoso y el veneno de *A. bruennichi*, hay poca información de esta especie a este nivel, a diferencia de otras especies del género, como *Argiope aurantia* o *Argiope lobata* (Grishin et al., 1989, Nelson et al., 2009). Çavuşoğlu et al. (2005) compara el aparato venenoso de *Larinioides cornutus* con géneros de importancia sanitaria, como *Loxosceles* y *Lycosa*, en las que los dientes quelicerales están también presentes. Los pelos de los quelíceros podrían tener función sensorial del mismo modo que la pelosidad de las vainas del aguijón de los himenópteros. Los dientes y surcos a modo de sierra, que se han observado en las especies estudiadas, tienen un rol muy importante en la taxonomía (Çavuşoğlu, et al., 2005; Yiğit et al., 2004).

CONCLUSIONES

Se ha investigado experimentalmente y comparado la morfología de las estructuras anatómicas del aparato venenoso de tres géneros de Hymenoptera (*Apis*, *Vespula* y *Polistes*). Los tres géneros presentan las mismas estructuras anatómicas, pero presentan diferencias morfológicas, de disposición, tamaño, esclerotización y uniones entre las estructuras.

La autotomía del aparato venenoso de las abejas está relacionado con la morfología del aparato venenoso, el cual presenta diferencias con el de las avispas. La autotomía del aguijón viene determinado por aspectos anatómicos como la curvatura del aguijón, longitud de las barbas de las lancetas, reducción y separación de las placas espiraculares.

V. dubius, *A. bruennichi* y *L. cornutus* presentan la estructura anatómica del aparato venenoso similar, formado por un colmillo movable y una parte basal, dientes quelicerales y surcos a modo de sierra en los colmillos. Sin embargo, *V. dubius*, al ser una araña migalomorfa, presenta los quelíceros dispuestos de manera paralela.

BIBLIOGRAFÍA

- Adi-Bessalem, S., Hammoudi-Triki, D., y Laraba-Djebari, F. (2008). Pathophysiological effects of *Androctonus australis* hector scorpion venom: tissue damages and inflammatory response. *Experimental and toxicologic pathology*, 60(4-5), 373-380.
- Baracchi, D., y Turillazzi, S. (2010). Differences in venom and cuticular peptides in individuals of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) determined by MALDI-TOF MS. *Journal of insect physiology*, 56(4), 366-375.
- Brignoli, P. M. (2013). Introduction to venomous arthropods systematics. En S. Bertinni *Arthropod Venoms* (p.1). Berlin: Springer Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Brownell, P., y Polis, G. A. (2001). *Scorpion biology and research*. Oxford University Press.
- Bücherl, W., Buckley, E. E., y Deulofeu, V. (Eds.). (2013). *Venomous animals and their venoms: Venomous vertebrates*. New York: Academic Press.
- Carmo, A. O., Oliveira-Mendes, B. B. R., Horta, C. C. R., Magalhães, B. F., Dantas, A. E., Chaves, L. M., ... y Kalapothakis, E. (2014). Molecular and functional characterization of metalloproteases, new metalloproteases from the *Tityus serrulatus* venom gland. *Toxicon*, 90, 45-55
- Çavuşoğlu, K., Bayram, A., Maraş, M. y Kirindi, T. (2005). A morphological study on the venom apparatus of spider *Larinioides cornutus* (Araneae, Araneidae). *Turkish Journal of Zoology*, 29(4), 351-356.
- Chinery, M. (1980). *Guía de campo de los Insectos de España y de Europa*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Cologna, C., Marcussi, S., Giglio, J., Soares, A., y Arantes, E. (2009). *Tityus serrulatus* scorpion venom and toxins: An Overview. *Protein & Peptide Letters*, 16(8), 920–932.
- De Roodt, A. R., Salomón, O. D., Orduna, T. A., Robles Ortiz, L. E., Paniagua Solís, J. F., y Alagón Cano, A. (2005). Envenenamiento por picaduras de abeja. *Gaceta médica de México*, 141(3), 215-222.
- Dos Santos, V. L. P., Franco, C. R. C., Viggiano, R. L. L., da Silveira, R. B., Cantão, M. P., Mangili, O. C., ... y Gremski, W. (2000). Structural and ultrastructural description of the venom gland of *Loxosceles intermedia* (brown spider). *Toxicon*, 38(2), 265-285.

- Dotimas, E. M., y Hider, R. C. (1987). Honeybee Venom. *Bee World*, 68(2), 51–70.
- Escoubas, P., Diochot, S., y Corzo, G. (2000). Structure and pharmacology of spider venom neurotoxins. *Biochimie*, 82(9-10), 893-907.
- Fitzgerald, K. T., y Flood, A. A. (2006). Hymenoptera stings. *Clinical techniques in small animal practice*, 21(4), 194-204.
- Foelix, R. F. (1996). *Biology of Spiders*. New York: Oxford University Press.
- Gayubo, S. F., y Pujade, J. (2015). Orden Hymenoptera. *IDE@-SEA*, 59,1-36.
- Grishin E.V., Volkova T.M.,y Arseniev A.S. (1989). Isolation and structure analysis of components from venom of the spider *Argiope lobata*, *Toxicon*, 27(5), 541–549.
- Habermann, E. (1972). Bee and wasp venoms. *Science*, 177(4046), 314-322.
- Hermann H. R. (1971). Sting autotomy, a defensive mechanism in certain social Hymenoptera. *Insect Socioux* 18(2), 111–120
- Hernández, R. V. (1993). Arañas, escorpiones y abejas de interés médico. *Iatreia*, 6(2), 75-86.
- Hermann, H. R., y Chao, J. T. (1983). Furcula, a major component of the hymenopterous venom apparatus. *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 12(5-6), 321-337.
- Hermann, H. R., y Willer, D. E. (1986). Resilin distribution and its function in the venom apparatus of the honey bee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 15(1-2), 107-114.
- İşcanoğlu, Ş., y Bağriaçık, N. (2011). *Polistes gallicus* (L.), *Polistes nimpha* (Christ) ve *Vespula germanica* (Fab.) (Hymenoptera: Vespidae) Türlerinde Zehir Aygıtının Ultramorfolojik Karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(4).
- Jones, D. (1985). *Guía de campo de los arácnidos de España y de Europa*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Kalid, G. S. A. (2015). Mecanismos de defensa en artrópodos: Venenos. *Artrópodos y Salud*, 2(1), 14-19.
- Kawai, N. (1991). Neuroactive toxins of spider venoms. *Journal of Toxicology: Toxin Reviews*, 10(2), 131-167.

- Kiyatkin, N. I., Dulubova, I. E., Chekhovskaya, I. A., y Grishin, E. V. (1990). Cloning and structure of cDNA encoding α -latrotoxin from black widow spider venom. *FEBS letters*, 270(1-2), 127-131.
- Kumpanenko, A., Gladun, D., y Vilhelmsen, L. (2019). Functional morphology and evolution of the sting sheaths in Aculeata (Hymenoptera). *Arthropod Systematics and Phylogeny*, 77(2), 325-338.
- Lagunas Flores, A., y Arrison, A. V. (1989). Alacranismo en el Estado de Guerrero: estudio clínico-epidemiológico. *Revista medica (Mexico)*, 27(3), 209-213.
- Levi, H.W., y Levi, L R. (1990). *Spiders and their kin*. New York: Golden Press.
- Maschwitz, U.W.J., y Kloft, W. (1971). *Morphology and function of the venom apparatus of insects—bees, wasps, ants, and caterpillars*. En: *Venomous Animals and their Venoms*, Vol. 3 (Bücherl, W. and Buckley, E. E., ed.) pp. 1–60. New York: Academic Press.
- Melic, A. (1995). Animales Venenosos: 1. Generalidades. 2. Invertebrados terrestres venenosos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 11*, 23-31.
- Mitra, A. (2013). Function of the Dufour's gland in solitary and social Hymenoptera. *Journal of Research 35*, 33–58.
- Moon, M. J., y Yu, M. H. (2007). Fine structural analysis of the venom apparatus in the spider *Araneus ventricosus*. *Applied Microscopy*, 37(2), 53-63.
- Muñoz, F. M., y Gil, R. B. (1997). Patología causada por artrópodos de interés toxinológico y alergológico. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 193-215.
- Nelson, J. K., Frølund, S. U., Tikhonov, D. B., Kristensen, A. S., y Strømgaard, K. (2009). Synthesis and biological activity of argiotoxin 636 and analogues: selective antagonists for ionotropic glutamate receptors. *Angewandte Chemie International Edition*, 48(17), 3087-3091.
- Packer, L. (2003). Comparative morphology of the skeletal parts of the sting apparatus of bees (Hymenoptera: Apoidea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 138(1), 1-38.
- Piek, T. (1991). Neurotoxic kinins from wasp and ant venoms. *Toxicon*, 29(2), 139-149.
- Prokop, P. (2006). Prey type does not determine web design in two orb-weaving spiders. *Zoological Studies*, 45(1), 124-131.
- Ribera, I., Melic, A., y Torralba, A. (2015). Introducción y guía visual de los artrópodos. *IDE@-SEA*, 2, 1-30.

Rocha-e-Silva, T. A., Collares-Buzato, C. B., da Cruz-Höfling, M. A., y Hyslop, S. (2009). Venom apparatus of the Brazilian tarantula *Vitalius dubius* Mello-Leitão 1923 (Theraphosidae). *Cell and tissue research*, 335(3), 617-629.

Silveira, O. T., y Silveira, A. T. (1994). Comparative morphology of skeletal parts of the sting apparatus in Neotropical polistine social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). *Sociobiology*, 25(2), 295-327.

Snodgrass, R. E. (1942). The skeleto-muscular mechanisms of the honey bee. *Smithsonian miscellaneous collections*, 103(2), 1-120

Sotelo Cruz, N., Valenzuela, J. H., y Rivera, N. G. (2005). Envenenamiento en niños por mordedura de araña *Lactrodectus mactans* ("Viuda negra"). *Revista Mexicana de Pediatría*, 72(1), 31-35

Surendra, N. S., Jayaram, G. N., Reddy, M. R. S., y Ravikumar, H. (2013). Comparative morphometric studies of the sting apparatus of the worker bees of four different *Apis* species (*Apis dorsata*, *Apis mellifera*, *Apis cerana* and *Apis florea*). *Journal of Apicultural Research*, 52(2), 74-80.

Sutti, R., Tamascia, M. L., Hyslop, S., y Rocha-e-Silva, T. A. A. (2014). Purification and characterization of a hyaluronidase from venom of the spider *Vitalius dubius* (Araneae, Theraphosidae). *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 20(1), 2.

Valledor de Lozoya, A. (1994). *Envenenamiento por animales: animales venenosos y urticantes del mundo*. Madrid: Editorial Díaz de Santos.

Yiğit, N., Güven, T., Bayram, A., y Çavuşoğlu, K. (2004). A morphological study on the venom apparatus of the spider *Agelena labyrinthica* (Araneae, Agelenidae). *Turkish Journal of Zoology*, 28(2), 149-153.

Yigit, N., Bayram A., y Danisman, T., (2007). Functional morphology of venom apparatus of *Euscorpius mingrelicus* (Scorpiones: Euscorpiidae). *Journal of Applied Biological Sciences*, 1(2), 27-31.

Vargas, M. C., Vásquez, F. V., y Ugarte, P. R. (2017). Actualización sobre manejo de araneismo en Perú. *Revista Medica Herediana*, 28(3), 200-207.

Waller, R. M., y Phanael, G. J. (1989). Functional morphology of the poison apparatus and histology of the venom glands of three Indian spiders. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 86(3), 344-354.

Zavala, J. T., Alarcón, L. C., Vega, J. T. S., y Romero Cabello, R. (1999). Insectos venenosos de importancia médica. *Revista Mexicana de pediatría*, 66(6), 260-265.

Zhao, Z. L., Zhao, H. P., Ma, G. J., Wu, C. W., Yang, K., y Feng, X. Q. (2015). Structures, properties, and functions of the stings of honey bees and paper wasps: a comparative study. *Biology open*, 4(7), 921-928