CAPÍTULO 3.10.6.

SARNA

RESUMEN

La sarna es una enfermedad contagiosa de la piel que se caracteriza por la formación de costras, prurito de la piel y alopecia, y está causada por varias especies de ácaros que anidan o habitan en la piel. Algunos nombres históricos alternativos para la sarna son: "la gale" (en francés), "itch", "scab", un término que debería utilizarse con relación a Psoroptes ovis*, y "scabies" (en inglés, un término que debería reservarse solo para la sarna causada por* Sarcoptes scabiei*). Cerca de 50 especies de ácaros de 16 familias y 26 géneros pueden causar la sarna de forma específica en los hospedadores domésticos (el ganado, las aves de corral y los animales de laboratorio y de compañía). Varias afecciones de la piel (como la dermatitis, los verdugones, las ampollas y los nódulos), pueden confundirse con la sarna y deben tenerse en cuenta en los diagnósticos diferenciales, incluidos los relativos a las reacciones alérgicas provocadas por otras clases de ácaros, las picaduras de artrópodos varios, las enfermedades por hongos o las reacciones a componentes físicos o químicos de las plantas o de los productos farmacológicos. El diagnóstico de la sarna en animales domésticos se basa en los signos clínicos y la demostración de los ácaros o de sus diferentes fases evolutivas en raspados de piel de los animales sospechosos.*

Identificación del agente: *Los ácaros de la sarna están en su mayoría débilmente esclerotizados, se mueven con lentitud, son muy pequeños (100–900 µm), y viven permanentemente en sus hospedadores. Aunque Acari es un grupo extremadamente diverso y ubicuo, las principales especies de ácaros de la sarna están incluidas en solo dos linajes de acariformes, los Astigmata: Psoroptidia y los Prostigmata: Rhaphignathina. Algunos géneros de ácaros de la sarna económicamente importantes son* Cheyletiella*,* Chorioptes*,* Demodex*,* Knemidokoptes*,* Notoedres*,* Otodectes*,* Psorobia*,* Psoroptes*, y* Sarcoptes*. Deben consultarse las claves para el diagnóstico ilustrado especializado, las descripciones taxonómicas, y los especímenes de referencia para identificar de forma adecuada los agentes causales de la sarna. Generalmente son necesarias para el diagnóstico las técnicas de recogida especializadas y la microscopía compuesta. En la discusión que sigue se ponen de relieve ciertos rasgos identificadores de cada uno de los grupos de ácaros de la sarna. Aunque la disponibilidad es limitada, se han desarrollado pruebas de serodiagnóstico para ciertos ácaros de la sarna y son útiles en algunas circunstancias.*

Requisitos para las vacunas: *Actualmente no existen vacunas comerciales disponibles contra la sarna.*

A. INTRODUCCIÓN

La sarna es una enfermedad de la piel contagiosa que se caracteriza por la formación de costras, prurito de la piel y alopecia y está causada por varias especies de ácaros que se esconden o habitan en la piel. Algunos nombres históricos alternativos para la sarna son: "la gale" (en francés) (Pangui, 1994), "sarna" en español, y en inglés se le ha llamado "itch", "scab", un término que debería utilizarse con relación a *Psoroptes ovis*, o "scabies" (un término que debería reservarse solo para la sarna causada por *Sarcoptes scabiei*).

Numerosas especies de ácaros causan la sarna en cientos de especies de aves y mamíferos salvajes y domésticos. De hecho, aproximadamente 60 familias de ácaros tienen miembros que viven en o sobre la piel, en el cabello, o en el pelo de los vertebrados de sangre caliente, y son ácaros potenciales de la sarna. Concretamente, alrededor de 50 especies de ácaros de 16 familias y 26 géneros, pueden causar la sarna en hospedadores domésticos (ganado, aves de corral, y animales de compañía y de laboratorio). Los humanos son hospedadores de *S. scabiei*. Algunos

otros ácaros de la sarna pueden causar enfermedades transitorias en los humanos, pero las infestaciones casi nunca persisten.

Los ácaros (Acari) son un grupo extremadamente diverso, abundante y omnipresente de artrópodos arácnidos con aproximadamente 55.000 especies descritas. La clasificación acarina al más alto nivel aún no está establecida, pero el siguiente es un sistema de consenso (Bochkov & Mironov, 2011; Krantz & Walter, 2009) que engloba los ácaros de la sarna. Acari abarca los dos principales linajes evolutivos, Parasitiformes, y Acariformes, pero solo ciertos ácaros acariformes causan la sarna en animales domésticos. Además, ambos linajes incluidos en los Acariformes, Trombidiiformes y Sarcoptiformes, contienen ácaros de la sarna. Trombidiiformes incluye el suborden mayor Prostigmata, con múltiples superfamilias y muchas familias, cinco de las cuales contienen ácaros de la sarna. Sarcoptiformes contiene el mayor suborden, Oribatida, con muchas cohortes, superfamilias y familias, pero solo 11 familias constituyen Astigmata: Psoroptidia contiene ácaros de la sarna.

Algunos otros ácaros pueden causar dermatitis menos grave en animales o en humanos (Yunker, 1964). Ciertos Parasitiformes (orden Mesostigmata: por ejemplo, *Ornithonyssus*, *Dermanyssus*) y otros Prostigmata (por ejemplo *Trombicula* [y otras garrapatas], *Pymotes*) pican a un hospedador temporalmente mientras se alimentan, produciendo ronchas y ampollas que ocasionan prurito y escuecen. Los productos almacenados, los albergues de animales y los ácaros del polvo de las casas (por ejemplo, *Acarus*, *Glycyphagus*, *Dermatophagoides*), pueden causar dermatitis por contacto (por ejemplo, el prurito del panadero o el prurito del tendero, pero no una infestación persistente. Ciertos ácaros de los nidos de aves de vida libre (Hypoderatidae), tienen un estado ninfal parasitario (hipopus) que habitualmente vive de forma subcutánea en el ave hospedadora (por ejemplo, *Hypodectes propus* en palomas domésticas), causando alteraciones de la piel. La pediculosis o ciertas enfermedades producidas por hongos, tales como la tiña, pueden causar alopecia y dermatitis costrosa, e incluso las barbas de algunas plantas o los pelos urticantes o sustancias químicas (por ejemplo, el urushiol) de algunas plantas, puede causar reacciones en la piel del hospedador que pueden confundirse con la sarna.

B. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de la sarna en animales domésticos se basa casi exclusivamente en los signos clínicos y la evidencia de ácaros o sus estadios de desarrollo en raspados de piel del hospedador (Kettle, 1995). Este trastorno se caracteriza por la caída del pelo/plumas, lesiones costrosas o escamosas de la piel, dermatitis, engrosamiento de la piel, caspa y prurito. Ahora se vende una posible prueba serológica alternativa solo para un tipo de sarna, la sarna ovina de las ovejas domésticas (Burgess *et al.,* 2020).

1. Identificación del agente

1.1. Visualización directa

La caída del pelo o las plumas y la presencia de una piel costrosa o escamosa son los signos clínicos más claros de la sarna. Cuando nos enfrentamos a un posible caso de sarna, deben tenerse en cuenta otras muchas enfermedades, como hongos, bacterias, picaduras de insectos, irritación debida a las plantas, abrasión mecánica, etc. En muchos casos, los raspados deben tomarse del borde de la lesión, obviamente de sitios con prurito, y de donde haya escamas costrosas y gruesas. Para efectuar un raspado, se coloca la hoja del bisturí u otro instrumento afilado en ángulo recto con respecto a la piel y se raspa la superficie externa de la piel. Cuando se trate de ácaros que anidan en la piel, el raspado debe hacerse con suficiente presión para que fluya sangre del sitio del raspado. Se unta la hoja con una gota de aceite mineral o glicerol, para que se adhiera el material raspado durante el procedimiento. Los raspados de piel deben colocarse en recipientes sellados (p. ej., botes de ungüento vacíos y limpios; tubos de ensayo de vidrio o de plástico con tapón; bolsas pequeñas de plástico sellables) y enviarse con rapidez al laboratorio para un análisis más completo. Un método más efectivo aún de recogida de los ácaros de la superficie de la piel y del pelo es la utilización de un aspirador equipado con un filtro de línea (Klayman & Schillhorn van Veen, 1981). A continuación, se examinan de forma apropiada el material recogido y el filtro. Puede ser útil el uso de un otoscopio para detectar la presencia de ácaros en el oído. Se puede utilizar un bastoncillo de algodón para realizar tomar una muestra del canal auditivo a modo de hisopo si se sospecha la presencia de ácaros en el oído; se examina de la misma forma que el raspado de piel.

Se realiza un examen inicial del raspado de piel con un microscopio de disección. Se pueden recoger los ácaros claramente visibles, especialmente los que están vivos y en movimiento, con una aguja de disección impregnada en glicerina o con un medio de montaje y transferirlos a una gota de medio de montaje colocada sobre un portaobjetos de vidrio. Cuando se haya recogido el número necesario de ácaros, se coloca suavemente un cubreobjetos sobre la gota del medio de montaje, procurando evitar la formación de burbujas. Son aceptables los siguientes medios de montaje: el medio de Hoyer, el líquido de Berlese, el líquido de Vitzhum y el medio PVA modificado de Heinze. Si se requieren montajes permanentes, se dejan secar los portas durante al menos una semana a temperatura ambiente y luego se rodean los cubres con esmalte de uñas u otro sellador para evitar que se sequen del todo.

Los ácaros que están incluidos en aceite y exudado, p. ej. *Demodex*, pueden evidenciarse colocando una pequeña cantidad del raspado de piel directamente sobre el porta con un poco de glicerina o de aceite de inmersión, tapándolo con un cubre y ejerciendo presión sobre este último. A continuación, se puede examinar el porta directamente con un microscopio compuesto.

Se debe continuar con el procesado de los raspados de piel que contienen ácaros muertos, grandes cantidades de escamas o costras de piel o grandes cantidades de pelo. Se coloca el raspado de piel (hasta varios gramos de piel y pelo) en una cubeta de tamaño adecuado, luego se añade una cantidad suficiente de hidróxido potásico al 10% para que se sumerja la muestra. Se deja que la solución hierva suavemente, agitando de forma intermitente (para este fin también sirve una placa caliente de laboratorio con un agitador magnético), durante 5–10 minutos o durante el tiempo necesario para la digestión de la mayor parte del pelo o la piel. Este paso debe realizarse llevando puesta una capucha contra humos químicos para limitar la exposición a los humos corrosivos. Es conveniente no dejar hervir durante mucho tiempo para evitar la desintegración de los ácaros. Se transfiere el material digerido a tubos de ensayo adecuados, y se centrifuga a 600 ***g*** durante 10 minutos. Se decanta el sobrenadante. Se resuspende el precipitado en una pequeña cantidad de medio de flotación (ej., solución de Sheather o una mezcla con un 50% de jarabe de maíz y un 50% de agua); luego se llena completamente el tubo con medio de flotación y se coloca un cubre sobre la parte superior del tubo asegurándose de que el cubre está en contacto con el medio de flotación. Se deja así una hora o se centrifuga durante 10 minutos. Se retira el cubre con cuidado levantándolo hacia arriba, de forma que quede una gota del líquido adherida a la cara inferior del cubre y se coloca sobre un portaobjetos de vidrio. Todos los ácaros de la muestra habrán ascendido hasta la parte superior y se encontrarán en la gota adherida al cubre. Otra técnica más sencilla, aunque satisfactoria, utilizada en muchos laboratorios, consiste en resuspender el precipitado en una pequeña cantidad de agua destilada, colocarlo en porta grande de vidrio (76 × 51 × 1 mm) y cubrirlo con un cubre de 40 × 50 mm. Esto de examina con un microscopio de disección (de ×40 o ×100 aumentos) con luz transmitida. A continuación, se puede examinar el porta con un microscopio compuesto para determinar si hay ácaros.

El ADN de *Sarcoptes scabiei* se ha ampliado con éxito y se ha detectado por PCR de descamaciones cutáneas humanas (Bezold *et al*., 2001). Esta técnica resulta prometedora como procedimiento adicional para la detección de ácaros específicos difíciles de hallar en raspados cutáneos.

En los casos en los que resulta difícil detectar ácaros en los raspados de piel, su presencia puede demostrarse a veces por flotación en las heces

1.2. Métodos moleculares

Se dispone de pocos métodos de valor práctico para la detección del ácaro de la sarna, aunque el ADN de *Sarcoptes scabiei* se ha amplificado y detectado con éxito mediante PCR a partir de escamas cutáneas humanas (Bezold *et al*., 2001). Angelone-Alasaad *et al*. (2015) amplificaron y detectaron con éxito el ADN de los ácaros *Sarcoptes scabiei* de múltiples especies de hospedadores tanto por PCR convencional como en tiempo real. Esta técnica podría ser útil para detectar ácaros de la sarna específicos y difíciles de encontrar en los animales, aunque su uso todavía requiere la adquisición de materiales de ácaros a partir de raspados de piel.

1.3. Pruebas serológicas

Los investigadores han demostrado que las infestaciones por *Sarcoptes scabiei* y *Psoroptes ovis* provocan respuestas medibles de anticuerpos específicos en los hospedadores, a saber, cerdos, ovejas, perros y camellos (Falconi *et al*., 2002; Lowenstein *et al.,* 2004; Lower *et al*., 2001); esto hace posible la

detección serológica de las sarna sarcóptica y psoróptica. Los enzimoinmunoanálisis (ELISA) que detectan anticuerpos contra *Sarcoptes* en cerdos y perros se comercializan en algunos países y se han utilizado para el serodiagnóstico de la sarna (Lowenstein *et al*., 2004) en Suecia y Suiza para apoyar los programas de erradicación de la sarna en los cerdos. Se está trabajando en el desarrollo de métodos de serodiagnóstico basados en proteínas recombinantes, como el dot-ELISA (Zhang *et al*., 2012) y el ELISA indirecto (revisado por Arlian & Morgan, 2017). Burgess *et al*., (2020) informaron de un ELISA muy eficaz capaz de detectar la presencia de los ácaros *Psoroptes ovis* en huéspedes ovinos afectados tanto clínica como subclínicamente. Sin embargo, en la actualidad y en la mayoría de las situaciones, la única prueba inequívoca de la sarna es encontrar e identificar los ácaros, pero este método tradicional (directo) está siendo superado por métodos bioquímicos (indirectos) que mejoran continuamente.

2. Identificación del agente

Los ácaros de la sarna suelen identificarse por montaje en portaobjetos y examen morfológico al microscopio. La mayor parte de los ácaros de la sarna están levemente esclerotizados, se mueven con lentitud, son muy pequeños (100–900 μm), y viven en sus hospedadores de forma permanente. El ciclo de vida general de los ácaros de la sarna es breve (1–5 semanas) y comprende cuatro fases: huevo, larva de seis patas, ninfa de ocho patas, (uno o más instares) y adulto de ocho patas (macho y hembra). Para identificar adecuadamente los agentes causales de la sarna, se deben consultar las claves diagnósticas especializadas e ilustradas (por ejemplo, Baker *et al*., 1956; Bochkov, 2010; Gaud & Atyeo, 1996; Giesen, 1990; Kettle, 1995; Klompen, 1992; Krantz & Walter, 1999; Yunker, 1973), las descripciones taxonómicas y los especímenes de referencia. Sin embargo, en la discusión que sigue, se destacan ciertas características morfológicas del diagnóstico de cada uno de los grupos de ácaros de la sarna.

La secuenciación genética, normalmente de subunidades específicas del ADN mitocondrial, se está convirtiendo en una herramienta cada vez más utilizada para ayudar a identificar microorganismos de todo tipo y puede ser útil y fiable a la hora de identificar algunas especies bien caracterizadas de ácaros de la sarna. Sin embargo, un gran número de especies de ácaros todavía no tienen muchas, o ninguna, secuencias de ADN mitocondrial publicadas en las que basar una identificación, por lo que hay que tener cuidado al basar una identificación únicamente en una secuencia genética. Sin embargo, cuando se combinan con un examen de las características morfológicas, las secuencias genéticas pueden proporcionar una valiosa información confirmatoria para la identificación de los ácaros de la sarna. La sarna de los animales domésticos deriva de las respuestas fisiológicas, inmunológicas y de conducta del hospedador a la infestación por ácaros en cualquiera de las once familias de Astigmata o las cinco familias de Prostigmata.

2.1. Astigmata

Los Astigmata son ácaros generalmente pequeños de contorno esférico u ovalado y de piel fina. La cutícula somática muestra a menudo un patrón de estrías finas y paralelas (patrón de huellas digitales), con cerdas de forma y colocación características, púas, ganchos o escamas y, a veces, escudos protectores débilmente esclerotizados. Los adultos normalmente tienen ocho patas y aparatos bucales anteriores que incluyen pares de palpos y quelíceros utilizados para cortar y alimentarse. Las patas están unidas en sentido proximal al cuerpo por epímeros cuticulares característicos (apodemas coxales) y terminan distalmente en distintas formas de cerdas o en un empodio pretarsal que puede tener forma de pinza o de ventosa acampanada (carúncula o ambulacro). Los ácaros Astigmata no poseen auténticos pares de pinzas pretarsales. A veces los machos tienen aparatos de succión somáticos (ventosas) u otras características sexuales utilizadas para el apareamiento, pero normalmente la forma y disposición de las cerdas y los empodios en las patas es suficiente para distinguir los sexos y para identificar las distintas especies de ácaros de la sarna. Los huevos fecundados son simples, blandos, transparentes y de forma ovoide, y son producidos por las hembras copuladas a través de un oviporo mesoventral.

2.1.1. Sarcoptidae

Los ácaros sarcóptidos son parásitos estrictos que anidan en la piel de los mamíferos y de los que se han descrito más de 100 especies (Klompen, 1992; Bochkov, 2010). El tiempo de supervivencia de los ácaros fuera del hospedador en condiciones moderadas es de unos 10 días o menos. Debido a su actividad en las capas de la epidermis de la piel, la sarna causada por este tipo de ácaros es, por lo general, más grave que la causada por los ácaros que habitan en la superficie de la piel. El contorno del cuerpo de los sarcóptidos es, por lo general, redondeado, la superficie dorsoventral es aplanada y la cutícula es estriada. Los palpos constan de un segmento y

normalmente las patas son cortas. Tres de los géneros comprenden parásitos relevantes de animales domésticos.

2.1.1.1. *Sarcoptes scabiei*

Este ácaro causa la sarna sarcóptica en humanos y en otros mamíferos. Esta se encuentra entre los tipos de sarna más comunes, más extendidos y más graves. En todo el mundo se dan más de 100 especies conocidas de hospedadores infestados agrupadas en al menos 10 órdenes de mamíferos y 26 familias (Bornstein *et al.,* 2001). Entre los hospedadores domésticos, están los camellos, el ganado vacuno, los perros, los gatos, las ovejas, los caballos, los cerdos, las llamas y las alpacas. La sarna sarcóptica de los dromedarios es un trastorno crónico especialmente debilitante que causa una mortalidad alta y que puede predisponer al hospedador afectado a otras infecciones. Fain (1968) sugiere que los humanos fueron los hospedadores originales de *Sarcoptes* y todos los demás hospedadores fueron infestados de forma secundaria. A pesar de algunas discrepancias, el consenso científico actual en general considera que todos los ácaros *Sarcoptes* de todos los hospedadores son simples variantes, adaptadas al hospedador, de una especie única de carácter variable. La transmisión puede producirse por contacto estrecho entre individuos de una misma especie o género, pero los hospedadores que no están taxonómicamente relacionados entre sí no se infestan fácilmente o las infestaciones son limitadas. Por ejemplo, *S. scabiei* var. *canis* se propaga fácilmente entre los perros y puede transmitirse a los zorros, coyotes y otros cánidos, pero los humanos solo actúan como hospedadores transitorios de esta variante. Algunos análisis moleculares recientes corroboran la co-especificidad de todas las variantes de *Sarcoptes* (Zahler *et al.,* 1999) y se ha puesto de manifiesto una respuesta inmune en los hospedadores infestados por *Sarcoptes* (Arlian *et al.,* 1994).

Las hembras adultas de *S. scabiei* tienen una longitud de aproximadamente 500 µm con estrías parecidas a huellas digitales en la cutícula, patas cortas y gruesas, varias cerdas y ganchos característicos, con un parche dorsal de espinas en forma de dientes. Los machos son semejantes pero más pequeños (en torno a 275 µm), y es menor el número y el tamaño de las espinas en forma de dientes. El ano está en la parte posterior de ambos sexos y el primer par de epímeros está fundido en forma de Y en la zona mesoventral. Hay unas ventosas pretarsales separadas, con pedúnculos largos, en las patas I y II de ambos sexos y en las patas IV de los machos. Todas las demás patas terminan en cerdas largas con forma de pelos. Además, cada tarso soporta en su extremo una o dos cerdas cortas muy modificadas en forma de espolones. Las ninfas se parecen a las hembras, pero son más pequeñas y no tienen oviporo. Las larvas son similares pero son aún más pequeñas y solo tienen seis patas.

2.1.1.2. *Trixacarus caviae*

Este ácaro es un parásito específico de cobayas cautivos y de laboratorio, *Cavia porcellus*, pero nunca se ha encontrado en animales salvajes capturados (Klompen, 1992). Aunque estos ácaros son un poco más pequeños, su morfología y ciclo de vida son similares a los de *S. scabiei*. Sin embargo, todas las cerdas dorsales de *T. caviae* son largas y con forma de pelo, a diferencia de algunas de las de *Sarcoptes*, que son cortas y anchas o como dientes; los machos de *Trixacarus* también carecen de ventosas pretarsales en el cuarto par de patas, y los pedicelios (pedúnculos) de todas las ventosas son un poco más cortos que los típicos de los ácaros *Sarcoptes*. Este ácaro puede causar una sarna grave en los animales hospedadores, especialmente en el laboratorio. Un ácaro similar, *T. diversus*, rara vez se encuentra en ratas de laboratorio.

2.1.1.3. *Notoedres* spp.

Notoedres es un género amplio que comprende unas 45 especies, la mayoría de ellas relacionadas con los murciélagos (Quiroptera) (Klompen, 1992). Cuatro especies guardan relación con la sarna notoédrica de animales domésticos. El ácaro de la sarna del gato, *N. cati*, es un parásito cosmopolita de los gatos domésticos, pero también infesta a varios felinos salvajes (ej., al gato montés, al guepardo, al serval y al leopardo de las nieves), civetas de palmera, coatíes, mangostas y conejos domésticos. Estos ácaros son muy contagiosos y causan una sarna intensa, especialmente en torno a la cabeza del hospedador y a veces se

extiende a las patas, a la zona genital o incluso a la cola. Las ratas de laboratorio son hospedadores de *N. muris*, que anida en la capa cornea de la piel y causa engrosamiento y cronificación de la piel en los pabellones de las orejas, párpados, nariz y cola. Otros hospedadores son *Rattus* spp., otros varios roedores, dos marsupiales y un puercoespín (Klompen, 1992). El ratón de laboratorio puede infestarse por dos especies de *Notoedres*, *N. musculi* y *N. pseudomuris*, pero este último se da sobre todo en poblaciones salvajes de este hospedador. Cada ácaro también infesta a otras pocas especies de roedores múridos. La sarna causada es similar a la producida por *N. muris* en las ratas. Generalmente los ácaros *Notoedres* son semejantes a los *Sarcoptes* pero con aproximadamente la mitad de su tamaño, y carecen de la zona medio-dorsal dotada de espinas cuticulares en forma de dientes y cerdas en forma de ganchos, que pueden ser reemplazadas por un patrón de pequeñas escamas en las estriaciones cuticulares y por cerdas cortas y gruesas. El ano está situado en la zona posterodorsal, el primer par de epímeros no está fusionado en la zona media, y cada uno de los tarsos de las patas I y II termina en tres o cuatro cerdas cortas en forma de espolón, no en dos.

2.1.2. *Psoroptidae*

Los ácaros psoróptidos son parásitos estrictos de los mamíferos. Habitan en la superficie de la piel del hospedador y se alimentan de ella. El tiempo de supervivencia para algunos de estos ácaros fuera del hospedador puede ser de dos o más semanas. El cuerpo tiene por lo general forma oval y su parte dorsoventral es aplanada, tiene una cutícula estriada con cerdas dispersas, aunque sin espinas, y tiene unas patas más largas y unos aparatos bucales más prominentes que los de los ácaros sarcóptidos. El ano está en la zona posteroventral. Normalmente cada macho tiene un par de lóbulos posteriores terminales dotados de cerdas de diagnóstico y un par de ventosas ventrales adanales utilizadas para el apareamiento. El primer par de epímeros no está fundido en la zona media. Se conocen 50 especies de unos 30 géneros de ácaros psoróptidos presentes en al menos 11 órdenes de mamíferos, correspondiendo la mayoría a los primates (Bochkov, 2010). Tres géneros tienen importancia veterinaria para los animales domésticos.

2.1.2.1. *Psoroptes ovis*

Durante décadas, la práctica convencional entre los acarólogos ha sido distinguir varias especies de *Psoroptes* entre los ácaros que causan la sarna psoróptica en todo el mundo en los ungulados y conejos salvajes y domésticos, por ejemplo, *P. cuniculi* en los oídos de los conejos y de varios ungulados, *P. equi* en los cuerpos de équidos ingleses, *P.* ovis en los cuerpos de las ovejas y de otros ungulados (Bochkov, 2010). Las distinciones entre especies se basaban sobre todo en el hospedador y el lugar anatómico infestado y en la morfología de los machos. Recientemente, varios operarios han invalidado estos criterios y han utilizado análisis genéticos para demostrar la coespecificidad de especies que tradicionalmente se consideraban como diferentes. La primera descripción de los ácaros *Psoroptes* que se publicó es la que versa sobre *P. ovis*, adoptando esta designación para todos los ácaros de la sarna mencionados que se hallan en todos los hospedadores domésticos. De ahí que la situación de la nomenclatura de los *Psoroptes* se convierta en similar a la de los *Sarcoptes*, con una especie variable desde el punto de vista de la morfología y el genotipo a nivel mundial, aunque presente en un espectro menor de hospedadores y con una especificidad de hospedadores un poco menos estricta entre las distintas variantes. Los otros dos *Psoroptes* spp. quedan como taxones provisionalmente válidos que afectan solo a hospedadores mamíferos salvajes (Bochkov, 2010). La sarna psoróptica de las ovejas y del ganado vacuno parece variar en su gravedad dependiendo de la variedad de *P. ovis* que esté presente, siendo la forma más grave un trastorno causado por un genotipo especialmente virulento y conocido como “la costra de las ovejas”. De ahí que el análisis genotípico de los ácaros implicados pueda ser una herramienta especialmente valiosa sobre todo de cara a esfuerzos adicionales para la erradicación de la sarna soróptica de las ovejas (Falconi *et al*., 2002).

La hembra madura de *Psoroptes* tiene 550–750 µm de largo, una cutícula estriada y 4 cerdas somáticas dorsales largas y 16 cortas. Detrás de las piezas bucales se distingue un escudo cuticular anterodorsal, y el oviporo mesocentral tiene forma de U invertida. Él tamaño de los machos es un cuarto menor que el de las hembras. Los machos tienen un escudo cuticular adicional más grande en posición posterodorsal, un par de ventosas

adanales en posición posteroventral, y dos lóbulos posteriores terminales, cada uno de ellos equipado con cuatro cerdas de longitud y estructura variables. Las ninfas y las larvas son en cierto modo semejantes a los adultos, pero progresivamente más pequeñas, y todos los *Psoroptes* son de color blanco perla. En todas las fases, los dos pares de patas anteriores son más gruesas y robustas que las de los pares posteriores, que son más delgadas y, en el caso de los machos, son más cortas las del cuarto par. Las patas I y II terminan en ventosas empodiales pretarsales sobre pedicelios segmentados largos en ambos sexos, siendo similares las estructuras en las patas IV de la hembra y en las patas III de los machos. El tercer tarso de la hembra termina en dos largas cerdas en forma de látigo, y el macho tiene una sola cerda corta en el tarso IV, y una cerda larga y delgada que acompaña a la ventosa empodial en el tarso III.

2.1.2.2. *Chorioptes* spp.

En la actualidad este género comprende seis especies reconocidas de ácaros ectoparasitarios estrictos que causan sarna corióptica en mamíferos domésticos y silvestres (Bochkov *et al.,* 2014). Dos de las especies, tomadas de forma ocasional de animales silvestres, no están estudiadas a fondo, pero *C. bovis* y *C. texanus*, procedentes sobre todo de animales domésticos, han sido objeto de un escrutinio biogenético actualizado y son aceptados como especies (Bochkov, 2010; 2014). Algunas variedades de estas especies, de las que se creía que eran específicas de hospedador, no son separables entre sí (Sweatman, 1957). Las dos especies son morfológicamente diferenciables principalmente por diferencias en los lóbulos y cerdas terminales posteriores de los machos (Sweatman, 1957). La sarna corióptica, también llamada "prurito de la granja", quizás sea la forma más común de la sarna del ganado vacuno y de los caballos. Es una condición relativamente moderada que normalmente está más localizada y con una intensidad de prurito menor que la de la sarna psoróptica y la sarcóptica. Eso probablemente se deba a que los ácaros *Chorioptes* son capaces de alimentarse y sobrevivir en los desechos epidérmicos producidos en la superficie de la piel del hospedador, sin que necesariamente ataquen a las partes vivas de la piel del hospedador. Las infestaciones tienden a concentrarse en las partes más bajas del hospedador, especialmente en los pies y las patas, pero también pueden afectar a la ubre/escroto, a la base de la cola, y al periné. En algunos casos, *C. texanus* infesta los oídos del hospedador (Sweatman, 1957). *Chorioptes bovis* se ha conocido durante más de 165 años y es muy frecuente en ganado vacuno, cabras, ovejas, caballos, camélidos (principalmente llamas) y, posiblemente, en conejos domésticos. *Chorioptes texanus* no fue descubierto hasta 1924, y, durante 50 años, solo fue reconocido en cabras y renos de EE.UU. y Canadá (Sweatman, 1957). Desde 1975, se le ha hallado en seraus de Taiwan, *Capricornis swinhoei*; en gamo común, *Dama dama*, en el alce europeo, *Alces alces*, en el ciervo común, *Dama* dama, en el serau de Formosa, *Capricornis swinhoei,* y muchas veces en ganado vacuno de varios países (Bochkov, 2014). Teniendo en cuenta las publicaciones de la USDA, *C. texanus* puede considerarse en la actualidad como la especie de *Chorioptes* prevalente en el ganado vacuno de EE.UU.

Las dos especies de *Chorioptes* de animales domésticos tienen una morfología casi idéntica en todos los estadios. El cuerpo circular es aplanado en su parte dorsoventral, con la cutícula estriada, y una longitud de unos 400 μm en el caso de la hembra; los machos tienen un tamaño un tercio menor que el de las hembras, y las ninfas y larvas, que en cierto modo son similares, son progresivamente más pequeñas. En la parte dorsal, los adultos de ambos sexos tienen escudos cuticulares anteriores y posteriores y una variedad de cerdas en su mayor parte cortas y con forma de pelo. En la parte ventral, el oviporo de la hembra es una abertura transversal con un par de apodemas de rastreo. Las piezas bucales son poco notorias y las patas son bastante largas y robustas, salvo que las del cuarto par del macho son muy cortas, y las del tercer y cuarto pares de la hembra son más delgadas. Todas las patas de ambos sexos terminan, en sentido distal, en ventosas empodiales con pedúnculos cortos y separados, excepto las patas del tercer par de la hembra, cada una de las cuales termina en dos largas cerdas con forma de látigo. El macho también tiene una cerda larga con forma de látigo en las patas de cada tercer par y un par de cerdas adanales. Los lóbulos terminales posteriores de los machos tienen cinco cerdas cada uno. Cada uno de los lóbulos de *C. bovis* tiene un margen casi rectangular, la cerda del ángulo externo es larga y con forma de látigo, y las dos cerdas en forma de espátula son bastante cortas (en torno a 115 μm) y anchas. Cada uno de los lóbulos de *C. texanus* es más angulado, casi bilobular, con

una cerda corta en forma de pelo en el ángulo externo y dos cerdas en forma de espátula mucho más largas (en torno a 215 μm) que parece que se estrechan en sentido basal.

2.1.2.3. *Otodectes cynotis*

Los carnívoros son los principales hospedadores de estos ácaros sumamente contagiosos, que infestan sobre todo los canales auditivos del hospedador pero a veces se extienden a los lóbulos de las orejas e incluso a otras partes. Los signos de la sarna otodéctica (otocariasis, 'cancro del oído') pueden incluir el frotado y rascado de los oídos, sacudidas enérgicas de la cabeza, depresión, drenaje excesivo y hematoma del oído. En todo el mundo, *Otodectes* es probablemente el ácaro de la sarna que con mayor frecuencia infesta a los carnívoros, tanto a los silvestres como a los domésticos. Además de a los animales de compañía, (como perros, gatos y hurones), estos ácaros también afectan a varios animales peleteros criados en granjas (como zorros y visones) y ocasionalmente pueden desviarse a los humanos. Con respecto a otros ácaros de la sarna, en el pasado los operarios han tratado con frecuencia a los ácaros *Otodectes* de diferentes localidades y hospedadores como variantes distintas o incluso como especies diferentes, pero en estudios moleculares y fenotípicos recientes se concluye que el género es monobásico.

Los ácaros *Otodectes* tienen una morfología psoróptica típica y un ciclo de vida similar al de *P. ovis*. El cuerpo de la hembra tiene una longitud de unos 325 μm. El oviporo de la hembra consiste en una abertura transversal con apodemas genitales de rastreo, y, a ambos lados, los epímeros del primer par de patas se unen a los de las patas II. Los lóbulos somáticos terminales posteriores del macho son de consistencia débil pero tiene ventosas adanales. Cada lóbulo soporta cinco cerdas parecidas a pelos, de una longitud variable. Todas las patas son bastante largas y robustas, excepto las del cuarto par, que son muy reducidas, especialmente las de la hembra. Hay ventosas empodiales con pedicelios simples y muy cortos, en sentido distal, en todas las patas, excepto en los dos pares posteriores de las hembras, cada uno de los cuales termina en un par de cerdas largas. El tercer tarso del macho también soporta un par de cerdas largas en forma de látigo además de su ambulacro.

2.1.4. *Epidermoptidae*

Esta familia acarina comprende 23 géneros y unas 100 especies de ácaros, en concreto especies de la subfamilia Knemidokoptinae (seis géneros, 17 especies), que viven en un microhábitat en las aves idéntico al que los sarcóptidos ocupan en los mamíferos (Krantz & Walter, 1999). Como resultado, y posiblemente debido a una convergencia, es similar la morfología de los dos grupos. Por lo general, el cuerpo es esférico, con estrías cuticulares que a veces se transforman en parches de escamas, pliegues, o estructuras en forma de dientes. Las piezas bucales y las patas normalmente son cortas y gruesas. Puede haber ventosas pretarsales, que pueden ser incompletas o incluso pueden no existir en ninguna de las patas, y los tarsos pueden terminar en uno o dos espolones córneos. Las cerdas somáticas son generalmente escasas, sin modificaciones y bastante cortas. Los ácaros de la sarna knemidocóptica tienen un escudo dorsal anterior distintivo marcado por un par de apodemas paramediales, longitudinales y fuertemente esclerotizado, que se extiende hasta las piezas bucales. Los machos (pero no las hembras) también pueden tener un escudo dorsal posterior en la parte mediana, y en su primer par de efímeros, estos están fundidos en forma de Y mesoventral. Los primeros epímeros en las hembras (y en las formas inmaduras) pueden estar libres o unidos por un apodema transversal en forma de V o de U. El oviporo es una abertura transversal o puede tener una forma de Y invertida, con tres válvulas, y el ano es terminal o posterodosal. Los machos pueden tener o no ventosas adanales. La mayoría de las especies solo ocurren, a veces en todo el mundo, en varias aves silvestres en las que pueden causar sarna knemidocóptica clínica; sin embargo, las especies de los tres géneros son importantes para los las aves domésticas y las enjaulados.

Knemidokoptes mutans comúnmente se esconde en las capas epidérmicas de la piel de las patas de los pollos, pavos y faisanes, causando una sarna costrosa conocida como "pata escamosa". Si no se trata, puede acabar en cojera y distorsión o pérdida distal. Los primeros epímeros de la hembra de *Knemidokoptes* están libres; cada una de las patas I y II tienen dos espolones terminales, pero no hay ambulacro en ninguna de las patas; el oviporo es transversal; el ano es dorsal; y el cuerpo tiene un parche medio-dorsal de escamas cuticulares. Las hembras miden

350–450 µm de largo y los machos, menos de 240 µm. Como en el caso de otros knemidocópticos, las patas de los machos son más largas que las de las hembras y todas ellas terminan en una pequeña ventosa dotada de un pedúnculo largo. Una segunda especie similar, *K. pilae*, infesta la cabeza, el pico y las patas de los periquitos, desembocando en un estado conocido como "cara escamosa". Estos ácaros son ligeramente más pequeños que *K. mutans*, y probablemente ambas especies se presentan en sus respectivos hospedadores en todo el mundo.

Picinemidicoptes laevis infesta a las aves colúmbidas, incluyendo la paloma doméstica, provocando a veces la sarna clínica. En las hembras, los primeros epímeros están fundidos en forma de U; cada pata tiene un único pedúnculo empodial, y cada una de las patas I y II terminan en un espolón; el oviporo es transversal; el ano es terminal; y las estrías cuniculares dorsales no están interrumpidas por escamas.

Neocnemidocoptes gallinae puede infestar la piel de la espalda, la cabeza, el cuello, el abdomen y las parte superior de las patas de los pollos, gansos y faisanes, causando un prurito intenso. Las plumas de esas zonas pueden caerse, romperse o ser arrancadas por el hospedador provocando un estado conocido como el "prurito del desplume". La piel afectada, especialmente la del cuello, puede volverse escamosa, más gruesa y arrugada. Aunque el prurito del desplume es menos común en todo el mundo que la pata escamosa, puede ser más dañino e incluso fatal. Los ácaros hembras tienen una longitud de 340–440 µm, pero los machos tienen en torno a 210 µm. Los primeros epímeros de la hembra de Neocnemidocoptes están libres; cada uno de los tarsos termina en un único pedúnculo empodial, y cada uno de los pares de patas anteriores terminan en una ventosa; el oviporo es transversal; el ano es dorsal; y la cutícula somática dorsal está estriada en sentido transversal pero no tiene escamas. Otros dos Neocnemidocoptes más pequeños, N. columbicola y N. columbigallinae, infestan a las aves columbiformes en algunas y posiblemente puedan provocar una patología en las palomas domésticas.

2.1.5. Familias varias

Ocho familias de ácaros astigmáticos de la piel y la pluma contienen una variedad de ácaros de la sarna que en general tienen poca importancia debido a lo limitado de su rango de hospedadores o a la relativa levedad de los efectos clínicos provocados en sus hospedadores.

Cabe resaltar tres familias de parásitos de los mamíferos. Atopomelidae comprende más de 400 especies en casi 50 géneros de ácaros de la piel con hospedadores conocidos pertenecientes a 14 órdenes de mamíferos, la mayor parte marsupiales del hemisferio sur. La constitución del cuerpo es variable, pero la mayoría son blandos, ligeramente alargados, aplanados o cilíndricos, y las patas normalmente tienen segmentos aplanados para sujetar los pelos del hospedador a la superficie ventral del ácaro, que a menudo es estriada en las zonas coxales de las patas I y II. *Chirodiscoides caviae* probablemente ocurre en cobayas de todo el mundo, pero solo se ha informado de casos en Asia y Europa, donde a veces, causa prurito grave y alopecia en animales de laboratorio. Listrophoridae es otra familia de ácaros de la piel que comprende 170 especies en unos 20 géneros hallados en nueve órdenes de mamíferos, en su mayor parte roedores, sobre todo en el hemisferio norte. Se trata de ácaros algo blandos, alargados, y cilíndricos, con varias estrías cuticulares, espinas y escudos punteados, incluido un tegumento esclerotizado que cubre las piezas bucales en sentido dorsal. Se sujetan a las bases de los pelos del hospedador por medio de un par de aletas arrugadas que se proyectan en sentido ventral desde la zona comprendida entre el primer par de patas. *Lepoacarus gibbus* es un listrofórido común que a veces causa sarna en los conejos domésticos y en los de laboratorio, y *Lynxacarus radovskyi* habita en varios felinos salvajes y en el gato doméstico, en los que a veces provoca sarna costrosa leve. Myocoptidae es una familia casi cosmopolita que contiene seis géneros y 60 especies de ácaros que se alimentan de la piel y se sujetan al pelo, y se presentan en roedores y marsupiales. Los Myocoptidae generalmente tienen una forma ovalada y la zona dorsoventral es aplanada. La cutícula es en gran medida estriada, está cubierta de escamas, o denticulada en las hembras, mientras que las cutículas de los machos generalmente están menos recargadas y mucho más esclerotizadas. Los pelos del hospedador están sujetos por unas patas robustas y muy modificadas de tipo III en las hembras y por patas III en los machos. *Myocoptes musculinus* es probablemente el ectoparásito más ubicuo de los ratones de laboratorio. Normalmente las infestaciones son benignas, pero los ratones estresados o débiles pueden sufrir alopecia, eritema, prurito y dermatitis traumática (sarna miocóptica). Otro miocóptico más

pequeño, *Trichoecius romboutsi*, se presenta ocasionalmente en ratones de laboratorio, junto con *M. musculinus* u otros ácaros, pero no está claro el papel que desempeña en la sarna clínica.

Merecen una mención cinco familias de ácaros de la piel y las plumas de las aves. Esas familias se clasifican, dentro de 36 familias de ácaros astigmáticos, en tres superfamilias que en líneas generales se conocen como ácaros de las plumas (Gaud & Atyeo, 1996). Miles de especies de ácaros de las plumas viven sobre o dentro de las plumas o la piel de prácticamente todo tipo de aves en todo el mundo, generalmente en una relación de comensales. En algunas circunstancias raras y no aclaradas, el estatus de comensal de casi todos los tipos de ácaros de las plumas puede cambiar al de parásito, lo que acarrea consecuencias negativas para el hospedador. Algunas familias completas de ácaros de las plumas (por ejemplo, Cytoditidae y Laminosioptidae) se han convertido en verdaderos parásitos, con las consiguientes patologías características, incluida la sarna (por ejemplo, Knemidokoptidae). Unas pocas especies de otras familias parecen más dispuestas de lo normal a causar debilitamiento o heridas a sus hospedadores. Dentro de los Analgidae, *Megninia cubitalis*, *M. ortari*, *M. hologastra*, y *M. ginglymura* ocurren en pollos domésticos y pueden provocar un comportamiento causante de desplume y pérdidas económicas (Gaud *et al*., 1988). *Dermoglyphus elongatus* (familia Dermoglyphidae) ocurre en los canarios enjaulados, y *Dubininia melopsittaci* (familia Xolalgidae) ocurre en los periquitos, y la presencia excesiva de cada especie de ácaro puede provocar desplume y lesiones cutáneas relacionadas en los respectivos hospedadores. Los miembros de las familias Dermationidae y Epidermoptidae (subfamilia Epidermoptinae) generalmente se alimentan de la piel o de los folículos de las plumas de sus aves hospedadoras, lo que les confiere un estatus muy similar al de los parásitos. Las aves de corral son hospedadoras de *Rivoltasia bifurcata* y *Epidermoptes bilobatus* de las dos correspondientes familias, y, en ocasiones, cada uno de esos ácaros ha sido relacionado con la aparición de pitiriasis (sarna epidermóptica) en pollos (Baker *et al*., 1956).

2.2. Prostigmata

Con cerca más de 19.000 especies designadas y clasificadas en más de 130 familias, el grupo de los ácaros prostigmáticos muestra una enorme diversidad morfológica y biológica, lo que hace difícil emitir generalizaciones en torno a los mismos. Sin embargo, todos los ácaros prostigmáticos de la sarna pertenecen a una de dos superfamilias, Cheyletoidea (que comprende siete familias) y Myobioidea (una familia). En conjunto, estas ocho familias incluyen casi 1.100 especies de ácaros designadas, pero existen cientos de especies aún no descritas. Las piezas bucales anteriores de los Cheyletoidea pueden aparecer modificadas de distintas formas por elaboración o simplificación de los segmentos palpales y por la fusión de los quelíceros basales y su extensión para formar largas púas como agujas utilizadas para perforar los tejidos del hospedador a fin de alimentarse. Algunos ácaros de la sarna prostigmata tienen pares de peritremos respiratorios dorsales alargados encima de las piezas bucales. El cuerpo suele ser alargado -a veces muy alargado-, y generalmente blando y con piel fina, pero a veces tiene escudos esclerotizados. Los adultos normalmente tienen ocho patas que difieren en longitud y forma, dependiendo de los hábitos de la familia, pero cada una de ellas normalmente termina, en sentido distal, en un par de pinzas pretarsales y un empodio lineal que a menudo está equipado con numerosos pelos pegajosos. En la parte proximal, las patas pueden estar articuladas con zonas coxales simples o con apodemas somáticos esclerotizados. El oviporo es una abertura longitudinal, normalmente medioventral o posteroventral, mientras que el poro genital de los machos des dorsal y a veces equipado con un largo edeago.

2.2.1. *Demodecidae*

Los demodécidos comprenden más de 150 especies de ácaros parásitos en 7 géneros que afectan a 11 órdenes de mamíferos hospedadores. *Demodex* es el único género de importancia de los hospedadores domésticos y comprende al menos 70 especies designadas y muchas más que no están ni designadas ni descritas. Aunque otros géneros muestran rasgos únicos, las formas adultas del ácaro *Demodex* son alargadas, fusiformes o en forma de gusano, con una longitud de 250–850 µm, que viven en los folículos capilares del hospedador, las glándulas sebáceas, las glándulas meibonianas y, ocasionalmente, en los huecos de la epidermis. Las piezas bucales anteriores son cortas, con dos palpos segmentados y púas retráctiles en forma de aguja utilizadas para perforar los tejidos cercanos del hospedador y alimentarse de los líquidos celulares predigeridos. Los cuatro pares de patas normalmente son cortos y rechonchos; cada uno de ellos está compuesto de tres segmentos y terminan distalmente, en pares de pinzas pretarsales, normalmente con un empodio lineal. Las zonas coxales ocupan gran parte de la

superficie anteroventral del cuerpo, al que se adhieren las patas. Los palpos o un par de patas en algunas de las fases de algunas especies pueden alargarse o convertirse en órganos de sujeción. La finísima cutícula del cuerpo y de los apéndices no está desprovista de cerdas, pero el opistosoma tiene estrías transversales. En armonía con los límites de sus reducidos hábitats glandulares o foliculares, las formas inmaduras, incluidos los huevos, de *Demodex* spp. son fusiformes o tienen forma de elipse alargada, a veces muy exageradas. Las especies de *Demodex* son muy específicas del hospedador, y solo en raras ocasiones habitan más de un especie de mamíferos hospedadores congenéricos. Sin embargo, no es raro que una especie de hospedadores sea parasitada por dos o cuatro especies diferentes de *Demodex*. A excepción de *Demodex gatoi* (que se puede transmitir entre gatos de cualquier edad), la transmisión entre hospedadores solamente ocurre por contacto muy cercano entre individuos (muy probablemente entre la madre y el recién nacido), lo que convierte en improbable la transmisión entre especies animales o desde los animales al hombre. El hecho de que sus cutículas sean muy finas significa que los demodécidos no pueden sobrevivir lejos de sus hospedadores más allá de unas cuantas horas.

Aunque los ácaros *Demodex* frecuentemente infectan la piel del 100% de los individuos de sus respectivas especies hospedadoras, su presencia no suele acarrear consecuencias para el hospedador. En ocasiones, debido al estrés o a otros factores no muy bien conocidos, las poblaciones de ácaros residentes crecen de forma espectacular provocando la patología conocida como sarna demodéctica. Los animales salvajes sanos casi nunca contraen la sarna demodécica, siendo las víctimas habituales los hospedadores de laboratorio o los domésticos (Nutting, 1985). Los signos clínicos pueden variar desde la presencia de pequeñas pápulas en la piel hasta grandes nódulos y alopecia extendida. Aunque solo en raras ocasiones, los casos graves o generalizados pueden desembocar en la invasión del sistema circulatorio del hospedador por parte de los ácaros, infección bacteriana secundaria de la piel e incluso la muerte. Entre los animales domésticos, se puede observar a menudo la enfermedad clínica (a veces denominada "sarna roja") en los perros (*Demodex canis* y *D. injai*), pero en ocasiones también desarrollan la sarna demodéctica el cerdo, (*D. phylloides*), las cabras (*D. caprae*), los caballos (*D. caballi*), las ovejas (*D. ovis*), los gatos (*D. cati* y *D. gatoi*), el ganado vacuno (*D. bovis, D. tauri,* y *D. ghanensis*) y los conejos (*D. cuniculi*). Los humanos son hospedadores normales de dos especies de *Demodex* (*D. folliculorum* y *D. brevis*).

2.2.2. *Psorergatidae*

En todo el mundo se han descrito menos de 100 especies de estos ácaros parásitos de la piel agrupados en tres géneros (Giesen, 1990) (se les considera como subgéneros de *Psorergates* por parte de algunos autores). Los hospedadores conocidos pertenecen a ocho órdenes de mamíferos, la mayor parte roedores y murciélagos. Los psorergátidos tienen una longitud de 100–200 μm, generalmente son de forma circular y la parte dorsoventral es aplanada. La cutícula es muy fina, finamente estriada, y tienen un escudo grande y punteado ligeramente esclerotizado que cubre la mayor parte del dorso. Las piezas bucales anteriores son cortas, tienen quelíceros en forma de púas y palpos de dos segmentos, cada uno de los cuales termina en una gruesa cerda en forma de pinza. No hay peritremos dorsales. Los cuatro pares de patas algo largas se adhieren a la parte ventral en sentido radial, cada pata tiene cinco segmentos y termina distalmente en pares de pinzas pretarsales, pero sin empodio. El fémur de cada par a menudo soporta ventralmente un robusto espolón doblado hacia atrás. Los psorergátidos tienen un número relativamente pequeño de cerdas, incluidas unas pocas en las piezas bucales, cinco o seis en el escudo dorsal un par de cerdas ventrales pequeñas, uno o dos pares de cerdas largas en los lóbulos del cuerpo posteroventral, y menos de diez en cada pata. Los huevos son casi redondos y grandes y tienen un tamaño equivalente a dos tercios del tamaño de una hembra madura. Son depositados en los folículos pilosos o en los huecos de la epidermis producidos por la hembra. Las formas inmaduras se parecen mucho a los adultos aunque más pequeñas; las larvas solo tienen seis patas y todas las patas son muy cortas. La transmisión de hospedador a hospedador se lleva a cabo de forma directa por los ácaros adultos móviles, que a continuación se mueven de forma selectiva hacia las zonas menos queratinizadas de la piel del hospedador, con frecuencia alrededor de la cabeza, en el cuello y en la espalda. En esas zonas invaden los folículos pilosos o excavan huecos del tamaño de su cuerpo en la epidermis, se alimentan perforando las paredes con sus púas y se reproducen. Los ácaros psorergátidos rara vez sobreviven más de un día fuera del hospedador.

Generalmente, las infestaciones de los hospedadores salvajes sanos y de la mayor parte de los animales domésticas por psorergátidos son leves y de escasa trascendencia. Sin embargo, a veces las poblaciones de unas pocas especies pueden aumentar de forma espectacular, sobre todo en las ovejas y los ratones de laboratorio, produciendo la sarna psorergática. Normalmente el daño producido en la piel por la actividad de los ácaros es leve y ligeramente irritante, pero su progenie, procedente de los nidos de huevos excavados en la dermis, puede agrandar esas cavidades produciendo lesiones papulares llenas de líquido o queratina, que pueden romperse y causar inflamación y otras respuestas inmunes del hospedador (Nutting, 1985). Los ácaros de la sarna psorergátida en cuestión pertenecen a dos géneros, *Psorobia* (con cuatro pares de cerdas marginales en el escudo dorsal) y *Psorergates* (con tres pares de las mencionadas cerdas). Las infestaciones de *Psorobia ovis*, el ácaro del prurito de la oveja, son muy molestas para los animales más viejos y hacen que los hospedadores se froten, se rasquen y mordisqueen la lana en las zonas más irritadas, con lo que el vellón de lana se vuelve haraposo y como formado por penachos. A veces también puede haber caspa en forma de polvo. El ciclo de vida de *P. ovis* dura unas cinco semanas, la infestación se extiende forma lenta e inconsistente por el rebaño, y a menudo resulta difícil su detección. Un ácaro similar, *P. bos*, ocurre ampliamente en el ganado vacuno, pero parece que produce poco efecto de tipo patológico en los hospedadores. En ocasiones, *Psorobia cercopitheci*, originario de África (y una especie similar sin describir de Asia), causan sarna en las colonias de primates de laboratorio. El ratón de laboratorio sufre lesiones papulares en la cabeza y cuello y sarna auricular causados por *Psorergates simplex* (Yunker, 1973). La incidencia de estos ácaros en algunas colonias de ratones puede llegar al 80 por ciento. Se ha hallado otro ácaro *Psorergates*, *P. muricola*, en cinco especies distintas de roedores, incluido *Mus musculus*, y *Psorergates rattus* ocurre en *Rattus norvegicus*; se desconoce si alguno de estos dos ácaros infesta o daña a los roedores de laboratorio.

2.2.3. *Cheyletidae*

Esta familia, de unas 375 especies, comprende principalmente ácaros de depredadores de vida libre y unas 100 especies que parasitan aves y mamíferos. Los parásitos se organizan en aproximadamente 15 géneros, alrededor de un tercio de cuyas especies vive en mamíferos, y el resto, en aves. Aunque algunos géneros incluyen especies capaces de causar una patología limitada en sus hospedadores, solo unos cuantos miembros del género *Cheyletiella* son importantes como ácaros de la sarna en animales domésticos. Los ácaros *Cheyletiella* miden 300–530 µm de largo, tienen forma de romboide alargado y se distinguen por una cutícula fuertemente estriada con uno o dos grandes escudos dorsales (según se trate de hembras o de machos, respectivamente). Un número de cerdas relativamente largas, simples o con púas forman patrones distintivos en el cuerpo, las piezas bucales y las patas. Las piezas bucales anteriores son grandes, con púas cortas y especialmente robustas para perforar, palpos de cinco segmentos, cada uno de los cuales termina en una cerda fuerte y en forma de pinza que está cubierta con dientes débiles en forma de sierra en el borde interior. En la superficie dorsal de las piezas bucales sobresalen peritremos en forma de M. Los cuatro pares de patas son largas y fuertes y cada una termina distalmente en un emporio lineal equipado con una doble fila de pelos pegajosos. Aunque casi todo el resto de los queiletiélidos también tienen pares de pinzas pretarsales en cada pata, los ácaros *Cheyletiella* no las tienen. En el segmento medio (genu) de cada pata I hay un pequeño órgano sensorial (solenidio), y su forma es (estadísticamente) claramente distinta en cada especie (Bronswijk & de Kreek, 1976). Las hembras ponen sus huevos de uno en uno y los pegan a los pelos del hospedador cerca de la piel utilizando una masa de hilos finamente tejidos. La transmisión entre hospedadores se lleva a cabo sobre todo por contacto estrecho, pero también existe la posibilidad de foresis en los insectos ectoparásitos.

Durante muchos años, las identidades de las distintas *Cheyletiella* spp. patológicas aparecían confusas bajo el nombre único de *C. parasitivorax* (Smiley, 1970), y se pensaba equivocadamente que estos ácaros eran depredadores de otros ácaros parásitos. Sin embargo, ahora se sabe que *C. yasguri* (en perros), *C. blakei* (en gatos) y *C. parasitivorax* (en conejos domésticos) son causantes de la sarna de forma diferenciada, y, a veces, cualquiera de los tres también puede afectar a los humanos que estén en estrecho contacto con los hospedadores infestados, causándoles dermatitis grave, prurito y otros signos de queiletielosis. Los ácaros se mueven fácilmente entre los pelos del hospedador sobre la capa queratiniizada de la piel, y de forma periódica se adhieren a la superficie por medio de las pinzas palpales perforando las células de la epidermis con sus púas para devorar los líquidos predigeridos del hospedador. La enfermedad es semejante en los tres hospedadores domésticos y normalmente es más evidente en la espalda,

los hombros y el cuello. Sin embargo, los signos son generalmente leves sin ser distintivos o definitorios [la palabra *definitve* está mal usada aquí por el autor original]. Estos pueden incluir capas de pelo desaliñado, inflamación, prurito ocasional, alopecia y, casi siempre, hiperqueratosis. Los ácaros en movimiento, apenas visibles en la piel del hospedador y la abundante caspa en forma de polvo relacionada con la sarna queiletiélica han dado lugar a que se la denomine de forma alternativa como "caspa andante".

2.2.4. *Myobiidae*

Los ácaros de la familia Myobiidae son pequeños ácaros de la piel (de hasta 900 μm), blandos, con forma de rectángulo alargado, ligeramente aplanados en su parte dorsoventral que habitan en cinco órdenes de mamíferos de todo el mundo. Se han identificado más de 450 especies de miobiidos, la mitad de ellos en murciélagos. En general, la cutícula tiene estrías transversales, sin escudos esclerotizados, y, en sentido dorsal, suele soportar entre 12 y 16 pares de cerdas, muchas de las cuales están expandidas en forma de hoja y estriadas longitudinalmente. Las piezas bucales anteriores son pequeñas, con palpos simples de dos o tres segmentos, púas quelíceras y peritremos dorsales. Las patas, especialmente el primer par, son robustas y muy modificadas para asirse a uno o a dos pelos del hospedador a un tiempo. Las patas terminan distalmente en grandes pinzas pretarsales sin empodio; a veces uno de los dos pares de pinzas de una pata aparece muy reducido o incluso está ausente. Son característicos los aparatos para adherirse a los cabellos y constan de varias combinaciones de segmentos de pata modificados y cerdas en forma de espolones, ganchos, protuberancias, crestas y superficies acanaladas. Las ninfas y larvas de los Myobiidae generalmente se parecen a sus respectivos adultos, excepto en el tamaño. Las hembras de los Myobiidae adhieren sus huevos a las bases de los pelos del hospedador mediante una secreción adhesiva. Las larvas pueden entrar en los folículos pilosos para alimentarse de los líquidos del hospedador que brotan por las perforaciones realizadas con las púas. Las ninfas y los adultos se alimentan en la superficie de la piel del hospedador del mismo modo, a veces incluso perforando los capilares y chupando sangre. Los ciclos de vida de los Myobiidae suelen ser cortos (en torno a 14 días), y los ácaros se mueven libremente entre los hospedadores. Las infestaciones clínicas causadas por Myobiidae en hospedadores mamíferos silvestres suelen ser de escasa intensidad y sin consecuencias importantes (Nutting, 1985), pero se suelen expandir considerablemente en los roedores de laboratorio causando un prurito intenso y alopecia conocida como sarna miobiica.

Myobia musculi y *Radfordia affinis* se encuentran en el ratón del laboratorio y su ancestro silvestre, el ratón casero, y los dos pueden causar efectos patológicos en animales de laboratorio. Los dos ácaros son de apariencia superficial semejante, pero difieren en muchos pequeños detalles, siendo el más destacado el número de pinzas pretarsales de la segunda pata. Hay dos en *Radfordia* y una en *Myobia*. *Radfordia ensifera* infesta a la rata de Noruega y a la rata de laboratorio, y suele causar sarna en la segunda. Mientras que las dos pinzas pretarsales de la pata II en *R. ensifera* son de idéntico tamaño, la pinza posterior de *R. affinis* es más pequeña que la anterior.

2.2.5. *Syringophilidae*

Se han descrito alrededor de 350 especies de estos ácaros de las plumas muy específicos de hospedador en una amplia variedad de aves hospedadoras de todo el mundo, pero probablemente existen miles de especies desconocidas. El cuerpo es alargado (aproximadamente 500–950 μm) y cilíndrico para poder adaptarse al sitio de infestación entre las plumas del hospedador. La cutícula es fina, estriada y sin escudos esclerotizados, pero de su superficie emerge una variedad de cerdas largas, sobre todo en el extremo posterior. Por encima de las piezas bucales sobresalen peritremos en forma de M, que están equipados con púas y palpos lineales simples. Las patas son cortas y gruesas y terminan distalmente en pares de pinzas y empodios con pelos. En las zonas coxales I y II hay efímeros esclerotizados. Mientras que residen en los cálamos de las plumas, los siringofílidos perforan las paredes de la pluma con sus púas para alimentarse con los líquidos de los tejidos de los folículos de las plumas que se hallan cerca.

Dos especies de ácaros de las plumas de hospedadores domésticos a veces ocurren en grandes cantidades y causan una irritación seria y una grave pérdida de plumas, que puede confundirse con la sarna kmnemidocóptica; *Syringophilus columbae* parasita las palomas domésticas y

S. bipectinatus se localiza en las plumas de los pollos. Los métodos modernos de producción de aves de corral en los que lleva a cabo la separación física entre las camadas de polluelos y las gallinas ponedoras han contribuido enormemente a romper la cadena de transmisión de *S. bipectinatus* desde una generación de hospedadores a la siguiente, aunque no se consiga eliminar el problema del desplume excepto en ambientes de producción más tradicional. Otros dos ácaros de las pluma descritos recientemente, *Picobia polonica* en los pollos y *P. khulkhshani* en las palomas, aún no se han relacionado con la pérdida de plumas del hospedador.

C. REQUISITOS PARA LAS VACUNAS

No existen vacunas comerciales para la sarna, pero los investigadores están trabajando en ello (Liu *et al.*, 2014). La inoculación experimental con antígenos de *Psoroptes ovis* y *S. scabiei* ha reducido la gravedad de la sarna en ovejas y conejos inmunizados. Ello introduce la posibilidad de controlar en el futuro los efectos de la sarna sin el uso de acaricidas (Burgess *et al.,* 2016).

BIBLIOGRAFÍA

ANGELONE-ALASAAD S., MIN A.M., PASQUETTI M., ALAGAILI A.N., D'AMELIO S., BERRILLI F., OBANDA V., GEBELY M.A., SORIGUER R.C. & ROSSI L. (2015). Universal conventional and real-time PCR diagnosis tools for *Sarcoptes scabiei*. *Parasites & Vectors*, **8**, 587. doi10.1186/s13071-015-1204-8.

ARLIAN L.G. & MORGAN M.S. (2017). A review of *Sarcoptes scabiei*: past, present and future. *Parasit. Vectors*, **10**, 297.

ARLIAN L.G., MORGAN M.S., VYSZENSKI-MOHER D.L. & STEMMER B.L. (1994). *Sarcoptes scabiei*: the circulating antibody response and induced immunity to scabies. *Exp. Parasitol.*, **78**, 37–50.

BAKER E.W., EVANS T.M., GOULD D.J., HULL W.B. & KEEGAN H.L. (1956). A Manual of Parasitic Mites of Medical and Economic Importance. National Pest Control Association, New York, New York, USA.

BEZOLD G., LANGE M., SCHIENER R., PALMEDO G., SANDER C.A., KERSCHER M. & PETER R.U. (2001). Hidden scabies: diagnosis by polymerase chain reaction. *Br. J. Dermatol.*, **144**, 614–618.

BOCHKOV A.V. (2010). A review of mammal-associated Psoroptidia (Acariformes: Astigmata). *Acarina*, **18**, 99–260.

BOCHKOV A.V. (2014). Integrated Bayesian species delimitation and morphological diagnostics of chorioptic mange mites (Acariformes: Psoroptidae: *Chorioptes*). *Parasitol. Res.*, **113**, 2603–2627.

BOCHKOV A.V. & MIRONOV S.V. (2011). Phylogeny and systematics of mammal-associated psorptidian mites (Acariformes: Astigmata: Psoroptidia) derived from external morphology. *Invert. Syst.*, **25**, 22–59.

BORNSTEIN S., MÖRNER T. & SAMUEL W.M. (2001). *Sarcoptes scabiei* and sarcoptic mange. *In*: Parasitic Diseases of Wild Mammals, Third Edition, Samuel W.M., Pybus M.J. & Kocan A.A., eds. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 107–119.

BRONSWIJK J.E.M.H.V. & DE KREEK E.J. (1976). *Cheyletiella* (Acari: Cheyletiellidae) of dog, cat and domesticated rabbit, a review. *J. Med. Entomol.*, **13**, 315–327.

BURGESS S.T., NUNN F., BARTLEY K., FREW D., MCLEAN K., INGLIS N.F., MCGEACHY K., TALIANSKY M.E., LOVE A.J & NISBET A.J. (2020). *Psoroptes ovis*-Early Immunoreactive Protein (Pso-EIP-1) a novel diagnostic antigen for sheep scab. *Parasite Immunol.*, **42**, e12788. doi10.1111/pim.12788

BURGESS S.T., NUNN F., NATH M., FREW D., WELLS B., MARR E.J., HUNTLEY J.F., MCNEILLY T.N. & NISBET A.J. (2016). A recombinant subunit vaccine for the control of ovine psoroptic mange (sheep scab). *Vet. Res.*, **47**, 26.

FAIN A. (1968). Etude de la variabilité de *Sarcoptes scabiei* avec une révision des Sarcoptidae. *Acta Zool. Pathol. Antverp.*, **47**, 1–196.

FALCONI F., OCHS H. & DEPLAZES P. (2002). Serological cross-sectional survey of psoroptic sheep scab in Switzerland. *Vet. Parasitol.*, **109**, 119–127.

GAUD J. & ATYEO W.T. (1996). Feather mites of the world (Acarina, Astigmata): the supraspecific taxa. Part I. Text. *Ann. Mus. Roy. Afr. Cent., Sci. Zool.*, **277**, 1–193.

GAUD J., ROSEN S. & HADANI A. (1988). Les Acariens plumicoles du genre *Megninia* parasites des poulets domestiques. *Sci. Vét. Méd. Comp.*, **90**, 83–98.

GIESEN K.M.T. (1990). A review of the parasitic mite family Psorergatidae (Cheyletoidea: Prostigmata: Acari) with hypotheses on the phylogenetic relationships of species and species groups. *Zool. Verhand.*, **259**, 1–69.

KETTLE D.S. (1995). Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK.

KLAYMAN E. & SCHILLHORN VAN VEEN T.W. (1981). Diagnosis of ectoparasitism. *Mod. Vet. Pract.*, **62**, 767–771.

KLOMPEN J.S.H. (1992). Phylogenetic relationships in the mite family Sarcoptidae (Acari: Astigmata). *Misc. Publ. Univ. Michigan, Mus. Zool.*, **180**, 1–155.

KRANTZ G.W. & WALTER D.E. (2009). A Manual of Acarology, Third Edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA.

LIU X., WALTON S. & MOUNSEY K. (2014). Vaccine against scabies: necessity and possibility. *Parasitology*, **141**, 725–732.

LOWENSTEIN M., KAHLBACHER H. & PESCHKE R. (2004). On the substantial variation in serological responses in pigs to *Sarcoptes scabei* var. *suis* using different commercially available indirect enzyme-linked immunosorbent assays. *Parasitol. Res.*, **94**, 24–30.

LOWER K. S., MEDLEAU L.M., HNILICA K. & BIGLER B. (2001). Evaluation of an enzyme-linked immunosorbant assay (ELISA) for the serological diagnosis of sarcoptic mange in dogs. *Vet. Dermatol.*, **12**, 315–320.

NUTTING W.B. (1985). Prostigmata – Mammalia: validation of coevolutionary phylogenies. *In*: Coevolution of Parasitic Arthropods and Mammals, Kim K.C., ed. John Wiley & Sons, New York, New York, USA, 569–640.

PANGUI L.J. (1994). Gales des animaux domestiques et méthodes de lutte. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **13**, 1227–1247.

SMILEY R.L. (1970). A review of the family Cheyletiellidae (Acarina). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **63**, 1056–1078.

SWEATMAN G.K. (1957). Life history, non-specificity, and revision of the genus *Chorioptes*, a parasitic mite of herbivores. *Can. J. Zool.*, **35**, 641–689.

YUNKER C.E. (1964). Infections of laboratory animals potentially dangerous to man: ectoparasites and other arthropods, with emphasis on mites. *Lab. Anim. Care*, **14**, 455–465.

YUNKER C.E. (1973). Mites. *In*: Parasites of Laboratory Animals, Flynn R.J., ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, 425–492.

ZAHLER M., ESSIG A., GOTHE R. & RINDER H. (1999). Molecular analyses suggest monospecificity of the genus *Sarcoptes* (Acari: Sarcoptidae). *Int. J. Parasitol.*, **29**, 759–766.

ZHANG R., JISE Q., ZHENG W., REN Y., NONG X., WU X., GU X., WANG S., PENG X., LAI S. & YANG G. (2012). Characterization and evaluation of a *Sarcoptes scabiei* allergen as a candidate vaccine. *Parasit. Vectors.*, **5**,176.

*
* *

NB: ADOPTADO POR PRIMERA VEZ EN 1991. ÚLTIMAS ACTUALIZACIONES ADOPTADAS EN 2022.