

## Las moscas negras, una amenaza en expansión. Riesgos potenciales y soluciones

David López Peña

Universitat de València. Valencia  
david.lopez@uv.es

### INTRODUCCIÓN

Las moscas negras son dípteros nematóceros pertenecientes a la familia Simuliidae, los cuales se encuentran distribuidos por casi todo el mundo. A pesar de su extensa distribución, su presencia está ampliamente influenciada por la disponibilidad de cursos de agua con cierto flujo, necesarios para el correcto desarrollo y supervivencia de los estados inmaduros<sup>1</sup>. De igual modo habitan ambientes tan heterogéneos como cursos de agua de carácter temporal y ríos de aguas permanentes. Por ello los simúlidos pueden ser encontrados criando tanto en aguas corrientes, arroyos y torrentes de montaña como en los lentos flujos de agua de los tramos bajos de los ríos. En cualquier caso, es sabido que ciertos factores ambientales afectan y determinan la distribución de imagos, larvas y pupas<sup>2</sup> como la altitud, la turbidez del agua y la conductividad eléctrica<sup>3</sup> entre otros. En muchas regiones del mundo, estos dípteros hematófagos, aunque no actúen como transmisores de agentes patógenos causantes de enfermedades en el hombre, constituyen uno de los grupos de artrópodos más perjudiciales debido a la marcada antropofilia que algunas especies exhiben. No obstante, su presencia en las zonas tropicales, y su papel en la transmisión del organismo parásito desencadenante de la oncocercosis humana, constituye uno de los problemas más graves transmitidos por este tipo de vector. Por ello, tradicionalmente su conocimiento ha sido abordado principalmente en aquellas regiones geográficas donde han originado problemas sanitarios, como son África Central, América Central, América del Sur y algunas zonas de la Península arábiga, concretamente Yemen, mientras que en otros países y regiones del mundo su estudio ha sido puntual, ocasional y muy espaciado en el tiempo, como en el caso de España.

A pesar de lo indicado, desde el año 1995 hasta la actualidad los simúlidos han venido adquiriendo una gran relevancia en ciertas regiones del territorio español. Desde el año 2017 y precedentes, en distintas regiones de todo el país como la Comunidad de Madrid, Murcia, La Rioja y de provincias como Zaragoza, Córdoba y de algunas áreas concretas de Cataluña y la Comunidad Valenciana entre otras, han empezado a sufrir cada vez con más asiduidad, las molestias características de estos artrópodos y las consecuencias desencadenantes. Como fruto de esta problemática en auge, los estudios sobre este insecto han aumentado considerablemente en los

últimos años proporcionando valiosa información sobre el número de especies registradas hasta el momento en el territorio nacional, así como su distribución a nivel provincial. Por tanto, de las 2232 especies existentes en el mundo clasificadas en 26 géneros y 37 subgéneros, tan solo 52 especies<sup>4</sup>, 5 géneros y 7 subgéneros han sido constatadas y estudiadas en España, lo cual representa únicamente el 2,32 % del total de especies vivientes. Estas 52 especies presentan una amplia distribución paleártica, estando presentes desde el oeste y norte de Europa hasta el norte de África y el este asiático. A nivel español, cada una de las especies exhibe una distribución específica. En cualquiera de los dos casos, existen mapas para cada especie que representan su distribución detallada<sup>3</sup>. Afortunadamente, pocas especies precisan de la ingesta de sangre para el correcto desarrollo y maduración de sus óvulos, no obstante, algunas la obtienen preferiblemente de los seres humanos mientras que otras lo hacen de animales generalmente mamíferos, aunque también sobre aves. Por ello, los simúlidos son artrópodos de gran importancia médica y veterinaria puesto que pueden afectar en mayor o menor grado tanto a la salud y bienestar humana como animal.

### RIESGOS POTENCIALES

La importancia médica de los simúlidos es doble, primero porque incluye especies que realizan mordeduras tanto en humanos como en animales silvestres y domésticos, y segundo porque esta familia de dípteros cuenta con especies portadoras de agentes patógenos y parásitos causantes de enfermedad en ambos. De hecho, en diversas áreas del mundo, los simúlidos son considerados el artrópodo nocivo más temido por humanos y animales<sup>5</sup>. Además, y como consecuencia de su obligado requerimiento sanguíneo, ocasionan graves problemas en diferentes lugares del mundo. Por ejemplo, en Norteamérica y Europa, se han descrito casos de simuliotoxicosis en ganado, asociadas a la respuesta inmunitaria frente a la secreción salival durante los eventos masivos de alimentación de especies univoltinas<sup>6</sup>, o en Sudamérica donde se han descrito casos en humanos de síndromes hemorrágicos en inmigrantes<sup>7</sup>.

Todas las especies vectoras pertenecen al género *Simulium* y como es característico en los dípteros nematóceros picadores, solo las hembras succionan sangre. Como consecuencia de este comportamiento

hematófago, pueden actuar como vehículos vectores tanto de virosis epizooticas y enzoóticas de vesiculovirus que cursan como cuadros víricos de estomatitis vesicular, de protozoos tales como *Trypanosoma* spp. y *Leucocytozoon* spp.<sup>8</sup> y de nematodos filáricos. Los hospedadores son vertebrados de sangre caliente, principalmente aves y mamíferos. Entre las aves, los simúlidos actúan como vectores de protozoos parásitos sanguíneos pertenecientes al género *Leucocytozoon*. Algunas especies del citado género afectan a aves domésticas, es el caso de *L. simondi* la cual parasita patos, y de *L. smithi* que causa una infección virulenta en pavos conocida como “malaria de los pavos” y que tiene una importante repercusión económica. Además, también transmiten filarias y tripanosomiasis a los patos. Entre los mamíferos, la mosca negra puede transmitir varias especies de nematodos filáricos de la familia Onchocercidae, entre los que destacan el género *Onchocerca*, donde diversas especies afectan a mamíferos ungulados y donde la especie *Onchocerca volvulus* es el agente causal de la “ceguera de los ríos”, enfermedad que afecta exclusivamente a los seres humanos. También resalta el género *Dirofilaria* que afecta a úrsidos, y el género *Mansonella*, donde la especie *Mansonella ozzardi* afecta únicamente al hombre, aunque no espatógena<sup>5</sup>.

Además de la transmisión de distintas enfermedades al hombre, el propio ataque de los simúlidos a este puede llegar a resultar peligroso. Se trata de insectos hematófagos y telmófagos, es decir, laceran la piel y seccionan los capilares con sus piezas bucales e inoculan una saliva que posee sustancias anestésicas, vasodilatadoras, anticoagulantes y antitrombóticas encargadas de que el hospedador no sienta dolor en el momento de la mordedura, a la vez que evitan la coagulación de la sangre y aumentan el flujo sanguíneo en la zona, facilitando la ingesta de sangre<sup>9</sup>. Dichos componentes pueden dar lugar a reacciones alérgicas tales como dermatitis, que pueden persistir varios días, así como causar intoxicaciones llamadas simuliotoxicosis<sup>10</sup> y la asfixia por obstrucción de las vías respiratorias tanto en animales como personas<sup>11</sup>. Asimismo, pueden actuar como vectores en la transmisión de zoonosis y antroposis, tanto de origen vírico como plasmodial o nematodial. En la región paleártica, aparecen varias especies de simúlidos con tropismo por el hombre (*S. equinum*, *S. ornatum*, *S. tuberosum* y *S. austeri* entre otras) y que por lo tanto pueden dar lugar en determinados casos a estas reacciones, de las cuales las tres primeras se encuentran en España.

En cualquier caso, aunque los ataques masivos sobre animales y humanos no son muy frecuentes, son muy perjudiciales. Se ha demostrado en los brotes documentados, que generan graves problemas a las poblaciones humanas y animales<sup>12</sup>, ya que el hecho de sufrir las mordeduras de estos dípteros supone un importante freno para el bienestar de personas y

animales residentes en las zonas afectadas. De esta manera ocasionan prurito e incluso infecciones como consecuencia de los desgarros producidos tras sus mordeduras. No obstante, en España no hay registrados hasta la fecha, casos de muerte de animales domésticos por ataques masivos de simúlidos.

Resultado de su acción hematófaga, cabe la posibilidad de que también actúen como vectores de enfermedades parásitas como las ya citadas filariasis, oncocercosis y mansonelosis, provocadas por nematodos. Y no sólo afectan directamente al hombre, sino también indirectamente al ocasionar depreciación económica en acciones ganaderas. Además, en algunos lugares afectan a actividades turísticas y recreativas localizadas en el ambiente acuático donde se desarrollan, como ríos, o cercanos a estas, creando pérdidas económicas en el sector turístico<sup>10</sup>. Asimismo, es importante hacer hincapié en que las diferentes especies hematófagas de simúlidos muestran preferencia a la hora de obtener el requerimiento sanguíneo de uno u otro hospedador<sup>13</sup>.

En cuanto a los daños que los simúlidos pueden ocasionar al ser humano, las hembras de las especies antropofílicas son las principales y únicas artífices. Pueden ser realmente molestas e insoportables cuando se posan en cualquier parte del cuerpo con la piel descubierta, como las proximidades de los ojos, la boca, las narinas o las orejas, lugares muy sensibles<sup>5</sup>. De mayor importancia son las severas reacciones patológicas derivadas. Las personas sensibles, pueden sufrir severas reacciones alérgicas a la mordedura del simúlido. Las reacciones pueden ser agudas, pero también crónicas prolongándose hasta varios meses. Pudiendo aparecer lesiones en la piel tales como dermatitis<sup>14</sup>. Sin embargo, las personas insensibles, a menudo no son conocedoras de que han sido mordidas por este artrópodo, puesto que este se posa sobre la piel de su hospedador de manera muy silenciosa y porque no se experimenta un dolor instantáneo tras la mordedura. Con lo que estas “víctimas humanas” no se muestran aquejadas ni afligidas. Posteriormente, se dan cuenta de lo ocurrido al advertir una pequeña hemorragia sangrante en el lugar del ataque. En estos pacientes insensibles, el único síntoma o reacción tras la mordedura sufrida, es la aparición de una roncha en el lugar de la incisión. Por otro lado, las personas sensibles, pueden sufrir una considerable y dolorosa inflamación del área donde tuvo lugar la mordedura, cursando incluso hasta nivel de edema<sup>5</sup>. En Europa y por ende en España, la especie *S. erythrocephalum* por poner un ejemplo, puede causar un síndrome, llamado “Fiebre de la mosca negra”, reconocido médicamente que consiste en: dolor de cabeza, sudoración febril, escalofríos, inflamación de las glándulas linfáticas, dolores agudos en las articulaciones, náuseas, falta de energía, flojedad, sensación de cansancio e incluso depresión psicológica, síntomas debidos a la reacción a un compuesto secretado por las glándulas salivales. Por lo tanto, el citado síndrome

puede tener un impacto económico importante debido a las bajas laborales derivadas, las indemnizaciones por discapacidad, el suministro de un tratamiento prolongado, la hospitalización en algunos casos e incluso la pérdida del puesto de trabajo en otros<sup>5</sup>. En casos muy extremos se han informado casos de defunciones directamente desencadenadas por las mordeduras de los simúlidos. En el caso del hombre, las mordeduras de las especies *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum* y *S. reptans*, pueden provocar una intoxicación del flujo sanguíneo, dándose síntomas como aceleración de la circulación, disnea, hipertermia e hipotermia, trastornos nerviosos e incluso la muerte<sup>15</sup>. En cualquier caso, dichas especies son muy agresivas y de amplia distribución en Europa occidental y en España<sup>3</sup>.

Además del hombre, los animales se ven afectados por parásitos transmitidos por diversas especies de simúlidos. El ganado vacuno sufre varias afecciones por filarias, como por ejemplo *Onchocerca ochengi*, un parásito intradérmico transmitido por *S. damnosum s.l.*<sup>16</sup>. El interés de esta filaria radica en la dificultad que entraña su diferenciación de *O. volvulus* que como ya se ha mencionado, afecta al hombre<sup>17</sup>. *O. gutturosa*<sup>18</sup> y *O. lienalis*<sup>19</sup> son otras especies destacadas de filarias que afectan al ligamento nugal y gastroesplénico del ganado bovino respectivamente. Estas dos especies poseen una distribución más al norte, alcanzando Gran Bretaña<sup>20</sup> y los Estados Unidos<sup>21</sup> y pueden afectar también a los équidos además de al ganado vacuno. Otra de las filarias que afectan a los équidos es *O. reticulata*, ampliamente distribuida por toda Europa. Así como también les pueden transmitir los agentes patógenos causante de la encefalitis equina<sup>18</sup>. Los animales silvestres, no son una excepción y también sufren filariasis transmitidas por simúlidos. La especie *S. ornatum* por ejemplo, es la responsable de la transmisión de *Onchocerca tarsicola* al ciervo (*Cervus elaphus*)<sup>22</sup>. Las aves también sufren parasitosis transmitidas por las moscas negras, como la producida por *Ornithofilaria fallisensis*<sup>23</sup>, tripanosomas<sup>24</sup> y *Leukocytozoon*<sup>18</sup>. Además de la importancia sanitaria de los simúlidos como transmisores de enfermedades, no se puede dejar de lado el efecto que sobre la producción animal ejercen los ataques de estos dípteros. Las propiedades tóxicas de algunos componentes de la saliva de esta familia, determina que la mordedura origine problemas de salud en el ganado. De este modo, la concurrencia de numerosas mordeduras tras ataques masivos, puede provocar la muerte de ganado. Varios estudios llevados a cabo en los Estados Unidos acerca de la importancia de los ataques de simúlidos sobre las producciones evidenciaban Pérdida de peso y alteraciones en la reproducción<sup>25</sup>, disminución de la producción de huevos y leche<sup>26</sup>, dermatitis y lesiones en la piel<sup>27</sup>, y muerte directa debida a toxemia o shock anafiláctico<sup>26</sup> debidas a ataques masivos de simúlidos. Este tipo de ataque no es lo habitual en estos dípteros, y se origina cuando se presentan determinadas

condiciones atmosféricas que dan lugar a una eclosión simultánea de un número muy elevado de simúlidos, dando lugar a grandes enjambres capaces de matar a un animal al atacarle todos al unísono<sup>28</sup>. Estos ataques no se han circunscrito sólo al continente africano y América del Sur, sino que se han presentado también en Europa y América del Norte. Casos especialmente graves se dieron en Canadá en 1972, llegando a morir 48 bóvidos, en Francia en 1978 con 25 muertes<sup>15</sup> y en varias zonas de Italia<sup>29</sup>. En ciertas áreas de España la producción ganadera es un fuerte pilar económico el cual puede verse mermado por 6 especies de simúlidos que son *S. equinum*, *S. erythrocephalum*, *S. lineatum*, *S. ornatum*, *S. pseudequinum* y *S. reptans*.

## SOLUCIONES

El control de las poblaciones de algunas especies de simúlidos, está dirigido a la reducción del contacto entre las hembras de mosca negra y sus hospedadores<sup>5</sup>. El estado adulto de los simúlidos representa un gran desafío a la hora de reducir sus poblaciones hasta tamaños o niveles los cuales no alcancen el umbral de daño o molestia. Esta casuística es debida a sus hábitos comportamentales que incluyen su dispersión a grandes distancias, lo que dificulta un tratamiento focalizado, controlado y efectivo, y que, de ser realizado, tan sólo resulta eficaz de forma meramente temporal y local<sup>5</sup>.

Por el contrario, los estados inmaduros exhiben pautas de agregación debido a que los huevos de algunas especies pueden ser depositados formando masas. Asimismo, las larvas y las pupas pueden encontrarse reunidas y sujetas a un sustrato concreto conformando densidades poblacionales notables. Estas situaciones facilitan los tratamientos de las poblaciones larvianas cuyos tamaños las hacen ser consideradas plaga. El agua es un ambiente que permite tenerlas acotadas en un lugar físico, circunstancia que facilita la lucha contra estos artrópodos. Por todo ello, el control de las moscas negras es más efectivo cuando se basa en la disminución de larvas en su medio acuático, a fin de evitar la emergencia del mayor número de imagos, lo que disminuye la capacidad reproductora de la población, así como sus efectos por mordeduras.

Originalmente el control químico de los simúlidos se llevaba a cabo utilizando insecticidas sintéticos no específicos como el dicloro difenil tricloroetano (DDT) o más exactamente 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)-etano, de fórmula  $(C_{12}H_4)2CH(CCl_3)$ , un compuesto organoclorado. El DDT fue un insecticida de segunda generación sintetizado en 1874 y utilizado por primera vez contra los simúlidos en 1944 en Guatemala<sup>5</sup>. Posteriormente se confirmó que no solo causaba la muerte a los insectos dañinos para los cultivos a los que iba dirigido, sino también afectaba a los

depredadores y parásitos de esas mismas especies, así como a otros insectos beneficiosos para el ser humano. Tras revelarse que algunos insectos habían logrado desarrollar resistencias frente a este producto, unido a la confirmación de los efectos dañinos que este producto ocasionaba en la reproducción animal y humana, el DDT fue reemplazado a finales de 1960 por el metoxicloro, otro organoclorado pero ecológicamente más aceptado<sup>30</sup>. Finalmente, y tras las innumerables evidencias negativas (lenta conversión en sustancias no tóxicas, periodo medio de latencia activa de ocho años, acumulable en el tejido adiposo debido a su gran solubilidad en lípidos y a su escasa solubilidad en agua hecho que no favorecía su eliminación y excreción mediante la orina, etc.), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) prohibió el uso del DDT en 1972 y fue excluido de la lista de sustancias activas autorizadas. En España, el DDT se utilizó ampliamente como plaguicida desde mediados de los años cincuenta hasta la mitad de la década de los setenta, y en menor medida posteriormente, aunque la prohibición de su uso entró en vigor en 1977.

Desde principios de 1980 hasta la actualidad, la lucha contra las moscas negras se lleva a cabo mediante el uso de un agente de control biológico no persistente y no contaminante, el *Bacillus thuringiensis* variedad *israelensis* serotipo H-14<sup>22</sup> ampliamente conocido por las siglas (Bti). Se trata de una bacteria gram positiva aerobia estricta, que ha resultado ser específica para varias familias de dípteros, lepidópteros y nematodos, pero no suscita peligro para otras especies animales vertebradas o invertebradas<sup>30</sup>, contra los simúlidos es altamente efectiva causando elevadas mortalidades en el estado preimaginal de larva. Dicho bacilo se reproduce mediante la formación de esporas. Como resultado de la esporulación, se producen unos cristales proteínicos llamados delta endotoxinas ( $\delta$ -endotoxinas) que son liberadas cuando muere la bacteria y se rompe la pared celular y porque precisan ser ingeridas para causar efecto. Los síntomas que ocasionan son cese de la ingesta, parálisis del intestino, regurgitación, parálisis total y finalmente la muerte<sup>31</sup>. El mecanismo de acción de las proteínas es un proceso que consiste primeramente en la solubilización del cristal, procesamiento de las protoxinas, unión al receptor, inserción a la membrana, agregación, formación de poro y citólisis.

El tratamiento larvicida con Bti suele ir acompañado de procedimientos de control preimaginal de tipo físico y/o mecánico<sup>5</sup> como es la retirada de vegetación ribereña en contacto con el agua o de masas de algas en el centro del cauce, que son sustratos que les sirven de soporte. Otro método consiste en la alteración del flujo hídrico de la cuenca en cuestión mediante la apertura y cierre de compuertas de las presas, embalses y pantanos. Puesto que la reducción temporal, tanto del nivel como del caudal del agua, induce que las larvas se suelten del sustrato en busca de zonas más adecuadas para

su alimentación, el restablecimiento del cauce normal conlleva eliminación de larvas por el arrastre de la corriente. Por lo tanto, el tratamiento biológico y el físico o mecánico son estrategias complementarias<sup>5</sup>. Asimismo, el ambiente lótico, en el que viven las larvas es de gran ayuda ya que el confinamiento lineal de estas en los arroyos, torrentes y ríos, restringen el área diana donde ha de actuar el insecticida, al ser necesario aplicarlo en sólo unos pocos puntos estratégicos<sup>5</sup>. Además, el flujo asegura que el producto insecticida sea transportado a grandes distancias arrastrado por la corriente y llegando así hasta zonas donde se encuentran larvas fijadas. Las distintas fases larvarias son susceptibles a muy bajas dosis del larvicida. Sin embargo, es necesario realizar frecuentes aplicaciones del producto puesto que el periodo de vida del estado juvenil es corto, normalmente entre siete y diez días, y porque el insecticida no tiene efecto sobre las fases de huevo ni de pupa<sup>5</sup>. Los larvicidas cuya principal materia activa se basa en el uso de la bacteria Bti, fundamenta su éxito en la capacidad que ésta tiene en producir esporas y cristales proteicos. Estos últimos, al ser ingeridos por las larvas tras filtrar el agua, liberan una toxina la cual daña la pared intestinal del nematócero induciendo la muerte de este en un breve espacio de tiempo<sup>5</sup>. Por ende, el hábito de alimentación por filtración de las larvas es de suma importancia en el modo de acción del citado larvicida, siendo involuntariamente un gran aliado<sup>32</sup>.

## REFERENCIAS

1. Adler PH, McCreadie JW. Black flies (Simuliidae). En: Medical and veterinary entomology. Mullen GR, Durden LA (eds.) San Diego: Academic Press. 2002; 185-202.
2. Ross DH, Merritt RW. Factors affecting larval black fly distributions and population dynamics. En: Black flies: ecology, population management and annotated world list. Kim KC, Merritt RW.(eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. 1987; 90-108.
3. López-Peña. Simúlidos (Diptera: Simuliidae) de los ríos de la Comunidad Valenciana: Implicaciones en salud pública y su control. Tesis Doctoral. Universitat de València. 2018; 514.
4. González G, Crosskey R, Báez M. Simuliidae. En: Catálogo de los Díptera de España, Portugal y Andorra (Insecta). Carles-Tolra M, Hjorth-Andersen (coordinadores). (Ed.): Gorfi S. A. Zaragoza (España). Monografías Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.). 2002: 8:75-7.
5. Crosskey RW. Blackflies (Simuliidae). En: Medical insects and arachnids. Lane RP Crosskey RW (eds.). London: British Museum (Natural History). Chapman & Hall. 1993; 241-87.
6. Cupp EW. The epizootiology of livestock and poultry disease associated with black flies. En: Black Flies: ecology, population management and annotated world list. KIM KC, Merritt RW (eds.). Pennsylvania: University Park. The Pennsylvania State University Press. 1986; 387-95.
7. Pinheiro FP, Bensabath G, Costa D, Maroja OM, Lins ZC, Andrade AHP. Haemorrhagic syndrome of Altamira. Lancet. 1974; 1:639-42.

- 
8. Kiszewski AE, Cupp EW. Transmission of *Leucocytozoon smithi* in New York. *J. Med. Ent.* 1986; 23:256-62.
  9. Ribeiro JMC, Francischetti IBM. Role of arthropod saliva in blood feeding: Sialome and post-Sialome Perspectives. *Annual Review of Entomology.* 2003; 48:73-88.
  10. Adler PH, Currie DC, Wood, DM. The black flies (simuliidae) of North America. Cornell University Press. 2004; 941.
  11. Rühm W. Black-flies (Simuliidae, Diptera), a cause of annoyance and injury to livestock. *Vet. Med. Rev. (German Federal Republic).* 1983; 1:38-40.
  12. Ignjatović-Ćupina A, ZgombaM, Vujanović L, et al. An outbreak of *Simulium erythrocephalum* (De Geer, 1776) in the region of Novi Sad (Serbia) in 2006. *Acta Entomologica Serbica.* 2006; 11(Supplement):97-114.
  13. Anderson JR, Defoliart GR. Feeding behaviour and host preferences of some blackflies (Diptera: Simuliidae) in Wisconsin. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 1961; 54:716-29.
  14. De Villiers PC. *Simulium dermatitis* in man, clinical and biological features in South Africa. *South African Medical Journal.* 1987; 71:523-5.
  15. Noirtin C, Boiteux P. Mort de 25 animaux de ferme (dont 24 bovins) par piqûres de simules dans les Vosges. *Bulletin de la société Vétérinaire Pratique de France.* 1979; 63:41-54.
  16. Bain O, Denke AM, Amégée Y, Chabaud AG. Les onchocercos des bovines au Togo: les microfilaires et leurs distribution. *Ann. Univ. Bénin.* 1977; 3:117-23.
  17. Omar MS, Denke AM, Raybould JN. The development of *O. ochengi* (Nematoda Filarioidea) to the infective stage in *S. damnosum* s.l with a note on the histochemical staining of the parasite. *Trop. Parasitol.* 1979; 30:157-62.
  18. Urquhart GM, Armour JL, Duncan JL, et al. *Veterinary Parasitology.* Longman Scientific & Technical. 1987; 286.
  19. Johnston TH. Onchocerciasis in Queensland cattle. *Trans. Proc. R. Soc. South Aust.* 1921; 45: 231-47.
  20. Tress AJ, McCall PJ, Crozier SJ. Onchocerciasis in British Cattle: a study of *Onchocerca gutturosa* and *O. linealis* in North Wales. *J. Helminthol.* 1987; 61:103-13.
  21. Eberhard ML. Studies on the onchocerca (Nematoda: Filarioidea) found in cattle in the United States. I. Systematics of *O. gutturosa* and *O. linealis* with a description of *O. stilesi* sp. NJ. *Parasite.* 1979; 63:379-88.
  22. Cupp EW. Black flies and the agents they transmit. En: *The biology of disease vectors.* Beaty BJ, Marquardt WC. (eds.). Colorado: University press of Colorado. 1996; 98-109.
  23. Anderson RC. The life cycle and seasonal transmission of *Ornithofilaria fallisensis* Anderson, a parasite of domestic and wild ducks. *Canad. J. Zool.* 1956; 34:485-525.
  24. Bennett GF. On the specificity and transmission of some avian trypanosomes. *Can. J. Zool.* 1961; 39:17-33.
  25. Fredeen FJH. A review of economic importance of blackflies (Simuliidae) in Canada. *Quaest. Entomol.* 1977; 13:219-29.
  26. Watts SB. Blackflies (Diptera:Simuliidae): a problem review and evaluation. *Pest. Man. Pap.* 1976; 5:1-117.
  27. Gräfner G. Merkbälter nr. 26 über angewandte parasiten kunde und Schädlingsbekämpfung Kriebelmücken (Simuliidae). *Angew Parasitol.* 1981; 22:1-16.
  28. Dinulescu G. Fauna Republici Social. Romania. Insecta, Diptera, Familia. Simuliidae. *Fauna. Rep. Soc. Rom.* 1966; 11(8):1-600.
  29. Rivosecchi L. Simuliidae: Fauna d'Italia. Diptera Nematocera. *Accademia Nazionale di Entomologia e Unione Zoologica Italiana.* Bologna. 1978; 533.
  30. Kettle DS. Simuliidae (Blackflies). En: *Medical and veterinary entomology.* (2<sup>nd</sup> Edition). Kettle DS. (ed.). Center for Agriculture and Biosciences (CAB) international. Cambridge: Cambridge University press. 1995; 192-210.
  31. Aronson AI, Beckman W, Dunn P. *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens. *Microbiological Reviews.* 1986; 50(1):1-24.
  32. Walsh JF. The feeding behavior of *Simulium* larvae, and the development, testing and monitoring of the use of larvicides, with special reference to the control of *Simulium damnosum* Theobald s.l (Diptera: Simuliidae): a review. *Bulletin of Entomological Research.* 1985; 75:549-94.