

Capítulo 2

LO QUE USTED DEBE SABER SOBRE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES

Las enfermedades

El apéndice C de este documento contiene un juego de hojas con la información básica sobre enfermedades transmitidas por vectores que debe tenerse en cuenta. Una serie de cuadros y mapas en este capítulo y en el anterior ponen en contraste y comparan los problemas relacionados al tratamiento, la distribución y el hábitat de vectores y el contacto con ellos. La mayor parte de este capítulo está dedicada a la ecología del vector en relación con la transmisión de la enfermedad. En lo posible se ha evitado el lenguaje especializado, y cuando su empleo resultó inevitable, se explica la terminología en notas al pie de página. En el capítulo 4 se incluye un glosario.

Distribución regional

La propagación de las enfermedades transmitidas por vectores depende de muchos factores, algunos de los cuales no tienen limitación geográfica. Sin embargo, la distribución de los vectores, de los hospederos intermediarios y de los reservorios animales se encuentra estrictamente limitada, generalmente por las fronteras zoogeográficas.¹ En el cuadro 2-1 se muestran las principales regiones zoogeográficas, junto con las infecciones que se transmiten en forma natural en la región. En general, es poco probable que la transmisión pueda establecerse fuera de su área de distribución. Los mapas indican la distribución de la enfermedad en forma más exacta. El cuadro 2-2

¹ *Distribución global de animales*

ofrece otra presentación de la asociación entre enfermedad y región. Para obtener informaciones más detalladas sobre la distribución de vectores, ver el documento WHO/VBC/89.967 (OMS, 1989); para la esquistosomiasis, ver Doumenge y colaboradores (1987).

Cuadro 2-1. Indicación general de las enfermedades transmitidas por vectores en forma natural en cada región zoogeográfica

Mexico, América Central y Sudamérica

Ampliamente difundidos el dengue y la fiebre amarilla; algunas áreas con filariasis bancrofti y otras con oncocercosis. Leishmaniasis cutánea muy difundida, y visceral restringida. Esquistosomiasis (mansoni) muy difundida. Enfermedad de Chagas y paludismo muy difundidos.

Africa del Norte y Asia, excepto la India y Asia Sudoriental

Ampliamente difundidos el dengue y la infección por vermes de Guinea. Filariasis bancrofti en algunas áreas. Leishmaniasis cutánea muy difundida y visceral restringida. Esquistosomiasis y paludismo restringidos.

La India, Asia Sudoriental, Archipiélagos de Indonesia y Filipinas, y Océano Indico

Muy difundidos dengue, filariasis bancrofti y brugi. Infecciones por vermes de Guinea, leishmaniasis cutánea en algunas áreas, leishmaniasis visceral más frecuente. Esquistosomiasis (japonicum) limitada. Encefalitis Japonesa y paludismo muy difundidos.

Nueva Guinea, Islas Salomón, Vanuatu y otras islas del Pacífico Occidental

Dengue limitado, lo mismo que esquistosomiasis (japonicum). Filariasis bancrofti y paludismo muy difundidos.

Africa al Sur del Sahara, Madagascar y la parte sudoriental de la península Arábiga

Muy difundidos: dengue, fiebre amarilla, filariasis bancrofti, loasis, oncocercosis, esquistosomiasis (mansoni, intercalatum y haematobium), tripanosomiasis (enfermedad del sueño), paludismo e infecciones por vermes de Guinea. Leishmaniasis cutánea y visceral limitadas.

Cuadro 2-2 Indicación general de la distribución de enfermedades entre las regiones.

Encefalitis Japonesa, asociada a las plantaciones de arroz y a la crianza de cerdos en Asia. Se registran casos más graves en las áreas alejadas del ecuador.

Fiebre amarilla, en Africa occidental y en Sudamérica, pero no en Asia (aunque el vector esté presente).

Paludismo, difundido en las áreas tropicales y subtropicales, restringido por la altitud.

Tripanosomiasis africana o enfermedad del sueño, limitada al Africa, entre el Sahara y la cuenca del río Zambesi.

Tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas, limitada a México, América Central y América del Sur. No está asociada específicamente con el agua.

Filariasis bancrofti y brugia, en las zonas tropicales húmedas y regiones costeras.

Oncocercosis, limitada al Africa Occidental, América Central, América del Sur y algunos focos en Africa Central y Oriental.

Dengue: se está extendiendo en zonas tropicales y subtropicales.

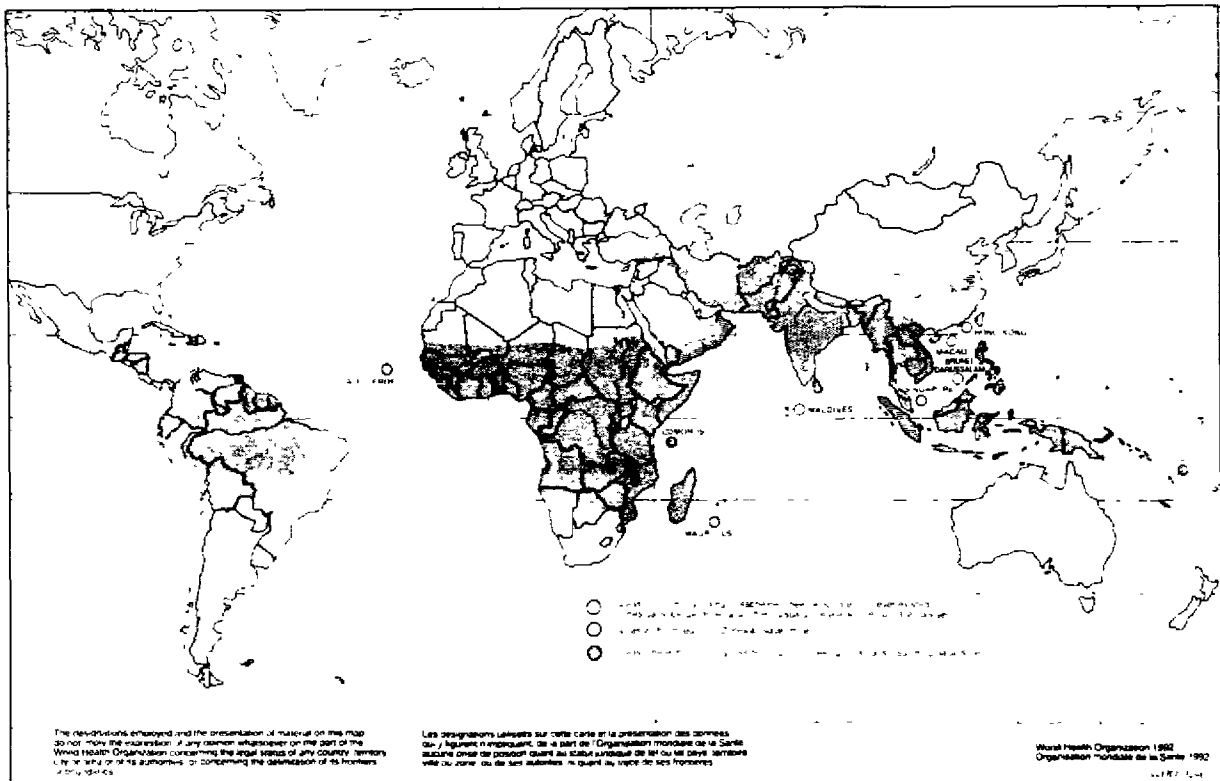
Dengue hemorrágico, según informes, existe actualmente en la India, Asia Sudoriental, Filipinas, Caribe y Océano Indico.

Esquistosomiasis por *S. mansoni* y *S. haematobium*, sabanas y regiones semiáridas del Africa, Oriente Medio y Sudamérica

Esquistosomiasis por *S. japonicum*, limitada al Asia Sudoriental, China y las Filipinas.

Otras formas de esquistosomiasis, con distribución limitada incluyen el *intercalatum* en Africa y el *malayiensis/mekongi* en Asia Sudoriental.

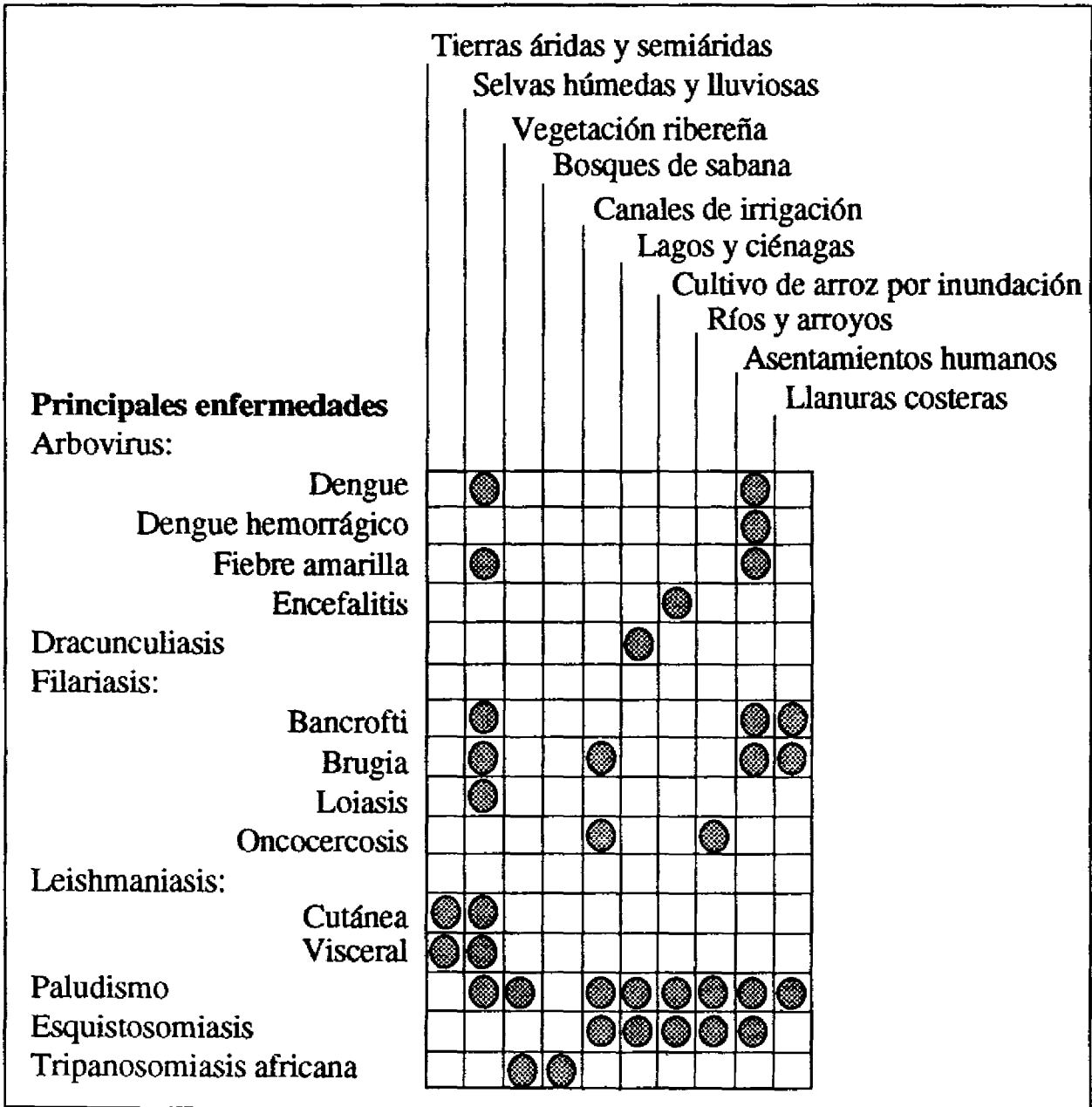
Mapa 1. La distribución mundial del paludismo (OMS, 1990)



Hábitat

Los vectores y las enfermedades transmitidas por vectores no están distribuidas uniformemente en una región geográfica. Existen en zonas relativamente pequeñas, donde el hábitat y el clima son favorables. El cuadro 2-3 muestra los hábitats principales de los vectores o de los hospederos intermediarios asociados con cada una de las principales enfermedades. Deberá reconocerse que un proyecto de desarrollo alterará el medio ambiente, pudiendo crear un hábitat que no existía antes. Si surge una enfermedad en la región y se crea un hábitat para el vector, tarde o temprano, el hábitat será invadido por vectores y podrá haber transmisión.

Cuadro 2-3. Las principales enfermedades asociadas con el agua, en relación con los principales hábitats de los vectores

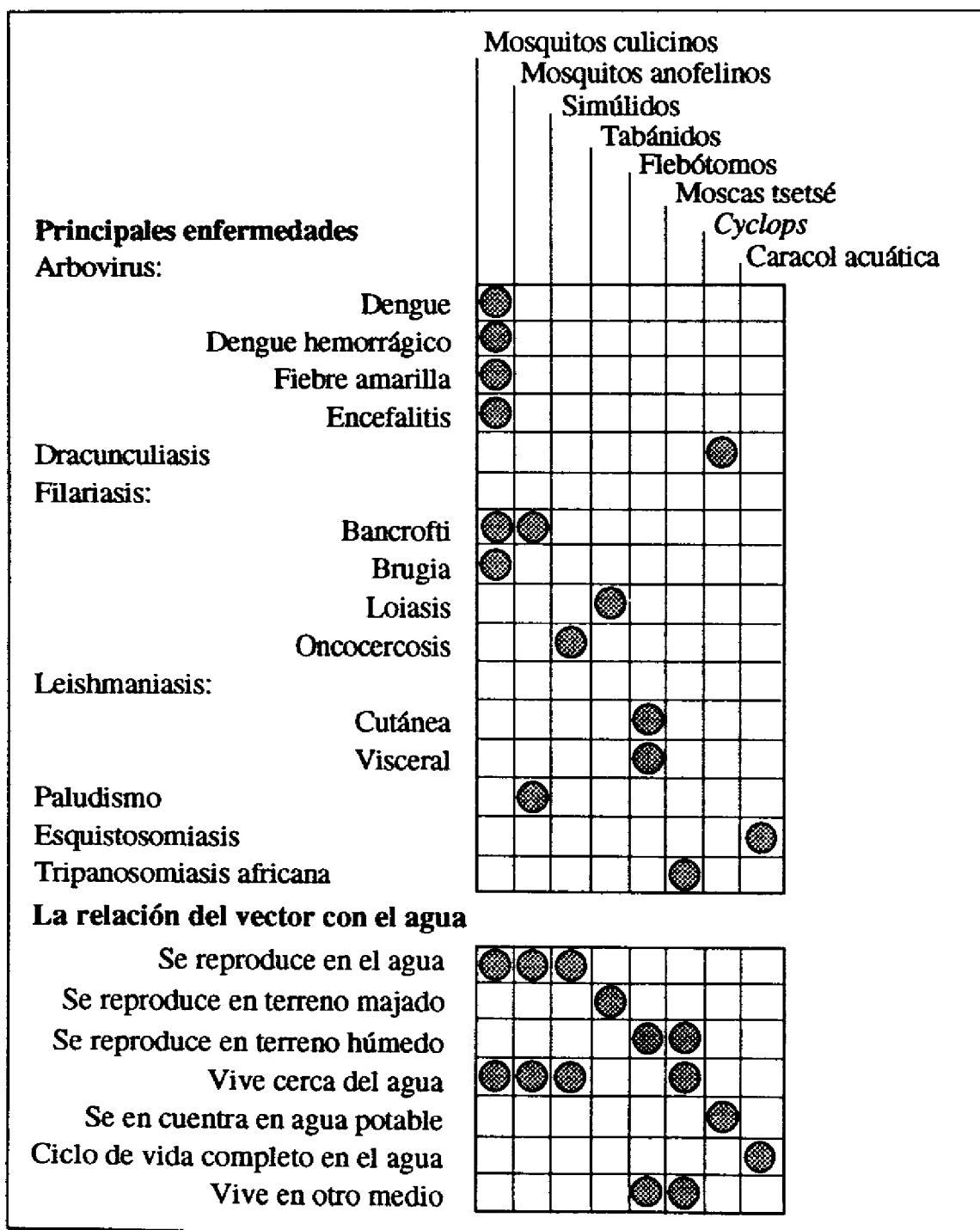


Como se transmiten las enfermedades

Las enfermedades transmitidas por vectores pueden ser divididas en enfermedades que se originan en el agua, y enfermedades relacionadas con el agua. En todos los casos, el parásito o agente patógeno abandona un ave o un hospedero mamífero, para continuar su desarrollo

en un insecto, un crustáceo o un caracol acuático, antes de penetrar de nuevo en un ave u hospedero mamífero. La ingeniería de salud ambiental procura modificar el medio, de manera tal que sean eliminados los hábitats adecuados para el vector, y así prevenir o reducir la transmisión. En el cuadro 2-4 se

Cuadro 2-4 Asociación entre el vector, la enfermedad y el agua



explica la relación entre el vector y el agua. El cuadro 2-5 indica cuáles parásitos tienen hospederos animales.

La tripanosomiasis africana (enfermedad del sueño) ha sido dividida en tripanosomiasis de Gambia, crónica y que se encuentra principalmente en Africa Occidental, y tripanosomiasis de Rhodesia, aguda y presente principalmente en Africa Oriental. Las enfermedades que cuentan con un reservorio predominantemente animal se llaman zoonosis. En el caso de los insectos que pican, se categoriza la transmisión según si el parásito es inyectado en el cuerpo del hospedero (paludismo, leishmaniasis, arbovirosis, tripanosomiasis), o escapa de la proboscis de los insectos mientras estos se

Cuadro 2-5 Principales animales que sirven de hospederos a las enfermedades transmitidas por vectores.

Principales enfermedades	Cerdos					Aves		Roedores		Monos		Grandes herbívoros		Carnívoros		El ser humano es el huesped principal
Arbovirus:																
Dengue									●							●
Dengue hemorrágico									●							●
Fiebre amarilla									●							
Encefalitis	●	●														
Dracunculiasis									●							●
Filariasis:																
Bancrofti																●
Brugia									●							●
Loiasis									●							●
Oncocercosis																●
Leishmaniasis:																
Cutánea									●							●
Visceral									●							●
Paludismo																●
Esquistosomiasis:																
<i>mansoni</i>									●	●						●
<i>haematobium</i>																●
<i>japonicum</i>	●							●								●
Tripanosomiasis africana:																
de Rhodesia	●															●
de Gambia	●															●

alimentan con sangre (filariasis). En el caso de la esquistosomiasis el parásito, en su fase infectante, es liberado en el agua por un caracol acuático, y penetra en la piel de una persona en contacto con el agua. La dracunculiasis se transmite cuando se ingiere el diminuto crustáceo llamado *Cyclops*, que flota libremente en el agua.

Frecuencia del contacto

La forma de transmisión y el ciclo de vida del parásito determinan si es necesaria una frecuencia de contacto baja o elevada entre las personas y el vector o el agua contaminada, para que un número suficiente de parásitos penetre en el cuerpo del hospedero humano y pueda causar la enfermedad clínica. La inoculación directa del parásito resulta más eficaz. Por ejemplo, una sola picadura del mosquito puede transmitir el paludismo, pero es poco probable que pueda transmitir la filariasis. La frecuencia del contacto dependerá de la abundancia del vector o de fuentes de agua contaminadas, y del grado de contacto entre vector y hospedero. En los programas de asentamiento es probable que la comunidad resulte afectada durante las etapas tempranas por enfermedades que requieren frecuencia de contacto muy baja, mientras que las enfermedades que requieren frecuencia de contacto elevada aumentarán su prevalencia más lentamente.

Cuadro 2-6 Frecuencia de contacto generalmente requerida para llegar a la enfermedad clínica

Frecuencia de contacto baja	Frecuencia de contacto elevada
Paludismo	Filariasis
Arbovirosis	Dracunculiasis
Tripanosomiasis africana	Esquistosomiasis
Leishmaniasis	

Las propias enfermedades se clasifican además como crónicas o agudas. La importancia que se asigna a cada enfermedad varía según las fronteras políticas y culturales. Por este motivo, el Ministerio de Salud determinará los niveles aceptables de morbilidad y mortalidad. Por ejemplo, la gravedad clínica y el impacto socio-económico de la esquistosomiasis dependen de la frecuencia de la reinfección, la cual, a su vez, depende de la prevalencia de la enfermedad y de la intensidad de la infección.

Mosquitos

Los mosquitos representan, de lejos, la familia más importante de insectos vectores de enfermedades. El Manual de la OMS (1982) contiene información detallada sobre su biología, su importancia y los métodos de lucha. Los mosquitos se dividen en dos grupos: anofelinos y culicinos.

Los mosquitos anofelinos contienen un género¹ importante llamado *Anopheles*. Los mosquitos culicinos contienen tres géneros importantes llamados *Culex*, *Aedes* y *Mansonia*. (Ver el cuadro 2-7). Tenga presente que solamente los anofelinos pueden transmitir el paludismo, pero no todos los anofelinos lo hacen. El cuadro 1-5 indica la distancia del vuelo de cada grupo.

Al igual que otros vectores, los mosquitos adquieren el parásito patógeno cuando se alimentan de un hospedero infectado y más tarde lo transmiten a otro hospedero cuando vuelven a alimentarse con sangre. El tiempo que necesita el parásito para desarrollarse en el mosquito depende de la temperatura, generalmente de 10 a 17 días. Solo las hembras se alimentan con sangre, y lo hacen para desarrollar un lote de huevos. Después de cada picadura, ponen huevos y el ciclo es de dos a cuatro días. El ciclo se repite hasta que la hembra muera. Existen unas 3000 especies de mosquitos, de las cuales unas cien tienen importancia médica. Los mosquitos están bien adaptados a aprovechar los cambios que produzca en el medio el desarrollo de los recursos hídricos.

¹ *Sub-grupo que abarca especies parecidas o vinculadas*

Cuadro 2-7. Distribución de las enfermedades transmitidas por mosquitos

Mosquito	Enfermedad	Distribución
Subfamilia: anofelino Género: <i>Anopheles</i>	Paludismo	Faja tropical y subtropical
	Filariasis bancrofti	Asia y Africa
	Filariasis brugia	Asia
	Virus O'nyong nyong	Africa
Subfamilia: culicinos Género: <i>Culex</i>	Filariasis bancrofti	Faja tropical
	Virus de la encefalitis	Asia, Américas, Europa, Africa
Subfamilia: culicinos Género: <i>Mansonia</i>	Filariasis brugia	Asia
	Otras arbovirosis	Africa, Américas
Subfamilia: culicinos Género: <i>Aedes</i>	Virus de la fiebre amarilla	Africa, Américas
	Virus del dengue	Asia, Américas, Africa
	Dengue hemorrágico	Asia, Américas
	Otros arbovirosis	Asia, Américas, Africa
	Filariasis bancrofti	Pacífico

Los criaderos varían entre las especies

Los huevos de los mosquitos se depositan en el agua. El tipo de agua preferido varía según las especies. Los lugares preferidos incluyen pequeños charcos, las orillas de lagunillas, los depósitos de aguas pluviales, el agua en la sombra y aguas residuales. El tipo de vegetación en el agua también es importante. La eclosión se hace en pocos días; al nacer, las larvas se alimentan de micro-organismos y son capaces de hacer movimientos rápidos, retorciendo el cuerpo.

Las larvas deben subir a la superficie del agua para respirar, excepto en el caso del mosquito *Mansonia*. Una delgada capa de sustancia oleosa sobre la superficie del agua impedirá que muchas especies puedan respirar. Las larvas del mosquito *Mansonia* consiguen extraer oxígeno de los raíces de las plantas acuáticas. Se puede combatir por la eliminación de ciertas especies de plantas acuáticas.

La fase larvaria de todos los mosquitos tropicales dura de cinco a 10 días. La fase de crisálida se desplaza y respira, pero no se alimenta; esta etapa tiene una duración de uno a dos días. La hembra del mosquito copula una sola vez durante su vida. Los hábitos alimentarios de los mosquitos, con respecto a sus preferencias por el momento, el lugar y el hospedero varían considerablemente entre las especies. La preferencia que el mosquito pueda tener por la sangre de un grupo particular de animales, aves, bovinos (vacas) o cerdos, determina el grado de alimentación en humanos y la posibilidad de adquirir el parásito patogénico proveniente de un reservorio animal.

El paludismo y la filariasis bancrofti no tienen reservorios animales, de modo que solamente los mosquitos con grado elevado de preferencia por la sangre humana son importantes para la transmisión. En el caso de los mosquitos cuya preferencia por los humanos es menos pronunciada, muchos animales domésticos pueden actuar como hospederos de desvío, lo cual puede ser aprovechado en las estrategias de lucha, colocando animales domésticos entre los criaderos y las habitaciones humanas.¹

Los virus muy a menudo poseen reservorios animales y son transmitidos por especies de mosquitos que prefieren la sangre animal, pero que ocasionalmente pican a las personas. Los proyectos de irrigación pueden atraer tales reservorios animales a las áreas donde pueden ser picados por mosquitos que también pican a las personas. La preferencia en cuanto al tipo de sangre no cambia en este caso, pero se ha cambiado la disponibilidad de especies hospederas.

¹ *Zoopnofilaxia*

También son importantes para la transmisión de la enfermedad otros factores: dónde y cuándo pica un mosquito, y dónde reposa después de picar. Muchas especies importantes se alimentan en el interior de las casas y reposan también en el interior después de haberse alimentado. Ellas pueden por ende ser vulnerables a los insecticidas residuales rociados sobre las superficies internas de las viviendas.

Los vectores del paludismo y de la filariasis usualmente pican de noche; por lo tanto, las personas que duermen sin la protección de mosquiteros, o en el exterior de las casas, se encuentran en riesgo. Muchas de las enfermedades arboviricas son transmitidas por mosquitos que pican durante el día y en el exterior.

Métodos generales de lucha contra los mosquitos

Los métodos disponibles para la lucha contra los mosquitos se clasifican en: químicos, biológicos y ambientales. Los métodos químicos y ambientales pueden dirigirse tanto al mosquito adulto como a la larva: mientras que los métodos biológicos van dirigidos a la larva. Los métodos químicos de lucha son aparentemente armas muy poderosas; sin embargo, están sometidos a las siguientes limitaciones:

- todos los insectos terminan finalmente desarrollando resistencia a prácticamente todos los compuestos químicos con que se les combate. Existen pocos insecticidas nuevos para reemplazarlos.
- La gente se opone al tratamiento de sus casas con compuestos químicos, por diversas razones.

La lucha con métodos químicos contra los mosquitos adultos puede programarse ya sea para reducir la densidad de mosquitos a para disminuir el riesgo de transmisión del parásito. Los insecticidas se aplican en el interior o en los alrededores de las casas. Las tentativas para reducir la abundancia de mosquitos incluyen los rociamientos y las termo-nebulizaciones del espacio, pero estos tratamientos sólo son eficaces temporalmente. Los rociamientos residuales consisten en la aplicación de insecticidas con efecto persistente en todas las superficies

donde es probable que repose el mosquito. El efecto residual del insecticida puede durar desde pocas semanas hasta más de un año. Las aplicaciones residuales disminuyen el riesgo de transmisión del parásito, reduciendo la longevidad del mosquito más bien que su abundancia. Este método ha sido muy eficaz para la transmisión del paludismo, pero sólo cuando las especies vectores descansan en un número relativamente pequeño de superficies, perfectamente identificadas y accesibles. Por ejemplo, los vectores pueden reposar sobre las paredes oscuras y frías, en el interior de la casa. Los compuestos químicos son empleados también como repelentes y pueden ser vaporizados, como en el caso de espirales, o impregnados en ropas o mosquiteros.

La lucha contra las larvas por métodos químicos (larvicidas) incluye la aplicación de compuestos químicos en una considerable proporción de los criaderos en el medio ambiente. El efecto residual es mucho más limitado, con una duración inferior a una semana. El tratamiento con larvicidas resulta eficaz para reducir la abundancia de adultos cuando existen relativamente pocos criaderos todos ellos accesibles y perfectamente identificados. Por ejemplo, algunos mosquitos tienen sus criaderos en aguas residuales y en el desagüe de asentamientos humanos.

La lucha con métodos biológicos consiste en introducir o fomentar el empleo de depredadores y parásitos de las larvas de los mosquitos. Por ejemplo los pececillos *Gambusia* son depredadores voraces de larvas. Si se consigue mantener la población del agente de lucha en número suficientemente elevado, la población de vectores podrá resultar notablemente reducida. Sin embargo, por lo general será necesario efectuar reabastecimiento de cantidades del agente de lucha a intervalos que varían de pocas semanas a pocos años.

El ordenamiento del medio consiste en reducir el número y el tamaño de los criaderos así como la frecuencia del contacto entre personas y los vectores. Los criaderos pueden ser destruidos por medidas tales como drenaje, relleno de depresiones del terreno, eliminación de la vegetación que produce sombra y por la colocación de tapas ajustadas a los depósitos de agua. El contacto vector/humano puede reducirse

mediante la creación de zonas de la tierra según su uso y la colocación de mosquiteros en las casas y las camas.

Mosquitos anofelinos

Muchos anofelinos transmiten el paludismo y la filariasis, pero estos son de menor importancia que otros mosquitos en cuanto a la transmisión de los arbovirus. En un área geográfica determinada, sólo dos a tres especies tienen mayor importancia médica, y estas presentan generalmente diferencias importantes en su conducta y la selección de sus criaderos. Los anofelinos normalmente depositan sus huevos en todo tipo de agua relativamente no contaminada.

Métodos de lucha ambiental contra los anofelinos

Los métodos de control apropiados varían según el tipo de criadero. Algunos ejemplos:

- Los mosquitos anofelinos pueden utilizar como criaderos los charcos aislados, en las cercanías de represas y ríos, en los cuales el nivel de agua fluctúa. La línea costera podría ser alterada para disminuir las irregularidades, mejorar las pendientes de las orillas y eliminar la vegetación. Las fluctuaciones del nivel de agua pueden ser controladas manipulando los depósitos de reserva.
- Los mosquitos anofelinos pueden usar como criaderos los arrozales, pero la altura de las plantas influye notablemente sobre la productividad de los mosquitos. Ver las publicaciones FAO (1984) e IIRI/PEEM (1989). Los métodos de lucha incluyen la irrigación intermitente, los peces larvívoros y la ubicación de las aldeas a varios kilómetros de los arrozales.
- Los mosquitos anofelinos pueden depositar sus huevos en charcos temporales de agua pluvial, que se encuentran ampliamente diseminados en el medio y que es imposible eliminar. Tales criaderos pueden, sin embargo, ser estacionales. En este caso, la lucha consiste en el empleo estacional de insecticidas de efecto residual y de mosquiteros.

- En las zonas urbanas, los anofelinos ponen sus huevos usualmente en depósitos de agua artificiales, tales como cisternas, pozos, cubos metálicos, tanques de tejado y estanques ornamentales. Es posible evitar la creación de criaderos vaciando los depósitos periódicamente, con intervalo de pocos días, colocando tapas ajustadas a los depósitos o introduciendo en ellos peces larvívoros.

Mosquitos culicinos: género *Culex*

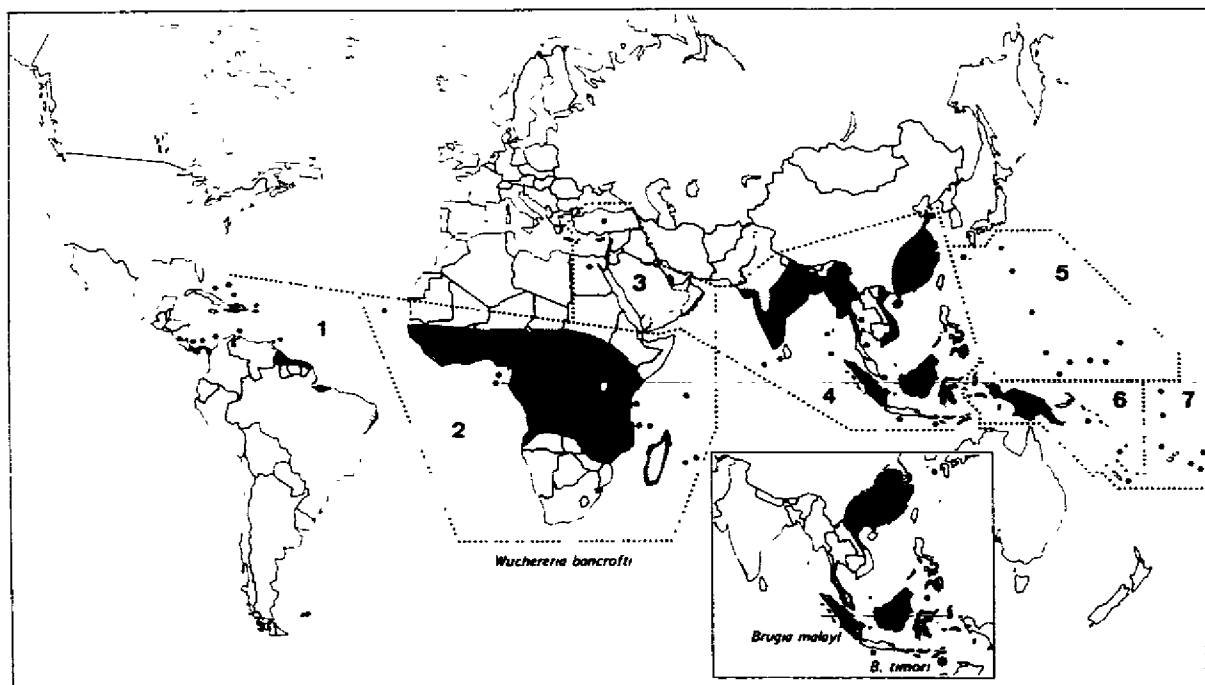
Los mosquitos *Culex* desempeñan un papel importante en la transmisión de varias enfermedades virales, muchas de las cuales se originan en pájaros. En la faja tropical de Asia, en la India y en Japón, una especie del género *Culex* que deposita sus huevos predominantemente en arrozales es el vector principal del virus de la encefalitis Japonesa. Las obras de desarrollo de los recursos hídricos para la irrigación pueden fácilmente contribuir a la diseminación de esta grave enfermedad, especialmente si en las inmediaciones de las mismas se crían grandes cantidades de cerdos. Ver la publicación IRRI/PEEM (1989).

El mosquito *Culex* común de las zonas urbanas deposita sus huevos en aguas usadas, como las de letrinas, desagües obstruidos y fosas sépticas. La urbanización rápida sin eliminación de aguas servidas facilita la proliferación de grandes poblaciones de esta especie. En muchos lugares transmite la filariasis bancrofti.

Métodos de control del *Culex*

Los mosquitos *Culex* que tienen sus criaderos en arrozales pueden ser eliminados de la misma manera que los anofelinos. Se puede luchar fácilmente contra la especie común urbana por medidas apropiadas de saneamiento urbano incluyendo la construcción de sistemas de desagüe bien diseñados, fosas sépticas y letrinas selladas, y eliminación adecuada de desechos sólidos. El funcionamiento y el mantenimiento de los sistemas urbanos de saneamiento y de drenaje requieren vigilancia constante.

Mapa 2. Evaluación de la distribución global de la filiarisis linfática humana en las principales zonas endémicas, OMS (1989).



Mosquitos culicinos: género *Mansonia*

Los mosquitos del género *Mansonia* tienen relativamente poca importancia para la transmisión de los virus. Su papel como vectores está restringido a las áreas rurales en Asia, donde transmiten filiarisis *Brugia*. En muchos lugares del mundo representan una plaga porque pican a las personas durante el día y la noche.

Métodos de control del *Mansonia*

Están asociados con la vegetación acuática, siendo comunes en los canales de riego obstruidos por malahierba. Tanto la vegetación arraigada como la flotante deberían ser eliminadas a intervalos regulares.

Mosquitos culicinos: género *Aedes*

Es un grupo de mosquitos de origen básicamente selvático, pero una especie (*Aedes aegypti*) se adaptó muy bien a la convivencia estrecha con los humanos. Deposita sus huevos en pequeños depósitos de agua, generalmente artificiales tales como latas, plásticos, neumáticos de automóviles, jarras y cisternas. Es el vector más importante del virus de fiebre amarilla urbana, que produce brotes epidémicos esporádicos. Este mosquito también transmite el dengue y el dengue hemorrágico. Este mosquito puede estar presente en cualquier asentamiento humano de los trópicos, donde las basuras se tiran por doquier y los servicios de abastecimiento de agua son inconstantes, siendo necesario almacenar el agua en depósitos. Las especies selváticas del género *Aedes* a menudo depositan sus huevos en depósitos naturales tales como los agujeros de árboles y en las axilas de hojas.

Métodos de control del *Aedes*

Deben recojerse los desechos sólidos, especialmente los envases inservibles. Deben colocarse tapas ajustadas a los cántaros y cisternas. Deben vaciarse completamente, a menudo, estanques ornamentales y las trampas de agua para hormigas (que se colocan en las patas de algunos muebles que guardan alimentos). Deben mantenerse limpios y en perfecto estado de funcionamiento las canoas de los tejados. Debe darse atención especial a todos los objetos que puedan contener agua; por ejemplo, los amontonamientos de neumáticos usados constituyen criaderos muy conocidos. Deben mejorarse los servicios de abastecimiento de agua por tuberías. Las aldeas deben estar situadas a varios kilómetros de distancia de la orilla de los bosques.

Efectos de las obras de irrigación y de las represas en la reproducción de los mosquitos

Los cambios hidrológicos producidos por las obras de irrigación o la construcción de represas pueden llevar a incrementar substancialmente

la extensión de los criaderos de mosquitos y su duración estacional. Así puede extenderse la duración de la transmisión estacional de enfermedades tales como el paludismo. Debe hacerse notar que cada especie de mosquito posee su propia biología particular y sus requisitos ambientales. Por ello, el diseño detallado de cualquier proyecto de desarrollo hídrico debería tener en cuenta las características de las especies vectores locales.

El número de mosquitos que normalmente ponen sus huevos en pequeños depósitos de agua, tales como el *Anopheles gambiae* en Africa puede disminuir si sus numerosos y dispersos hábitats quedan sumergidos. Por otra parte, la orilla de poca profundidad de un gran embalse puede proporcionar nuevos y extensos criaderos. Las áreas poco profundas se ven invadidas por malahierba y vegetación acuática que protege a las larvas contra las olas, el viento, las corrientes y la acción de los depredadores.

En depósitos profundos con bordes regulares y pendientes abruptas se forman pocas zonas pantanosas, y por ende recibirán menos criaderos que los embalses poco profundos, con una orilla extensa e irregular y pendientes suaves.

El oleaje y los movimientos en la superficie del agua reducen los criaderos de los mosquitos (y de los caracoles) de modo que cualquier medida que contribuya a aumentar estos fenómenos puede resultar beneficiosa. En suelos arcillosos, la acción de olas puede ayudar a conservar el perfil de las orillas y aumentar la turbidez del agua. La vegetación de la periferia tendrá que ser eliminada, especialmente cerca a los asentamientos humanos. La eliminación de la vegetación lacustre en los rios representa en Africa una medida importante para reducir el contacto entre la mosca tsetse y las personas. Para este propósito, las fajas donde se realiza la limpieza de vegetación deben tener un tamaño adecuado, ya que las áreas limpias pero pequeñas pueden transformarse en lugares de alimentación para la mosca tsetse.

Cuanto mayor sea la posibilidad de formación de pantanos, más alejados deberían ubicarse los asentamientos humanos. Si durante la

fase de construcción la eliminación de la vegetación es inadecuada, el resultado puede ser la acumulación de desechos flotantes en las bocas de entrada de zanjas, el crecimiento de vegetación acuática y la aparición de criaderos de mosquitos. Los cambios sistemáticos del nivel de las aguas pueden favorecer la reducción de los criaderos, al impedir el desarrollo normal de huevos, larvas y crisálidas. Sin embargo, si se llegan a formar charcos temporales en los alrededores, se pueden crear criaderos para otros mosquitos vectores importantes.

Las represas de almacenamiento nocturno plantean problemas particulares

Las represas que almacenan agua durante la noche plantean un problema particular para la lucha contra las enfermedades. Durante los períodos de irrigación los ciclos de 24 horas de llenado y vaciado normalmente consiguen a disuadir los vectores. Fuera de esas épocas, puede estabilizarse el nivel de las aguas; crecerán plantas y se formarán lagunillas que pueden favorecer los criaderos.

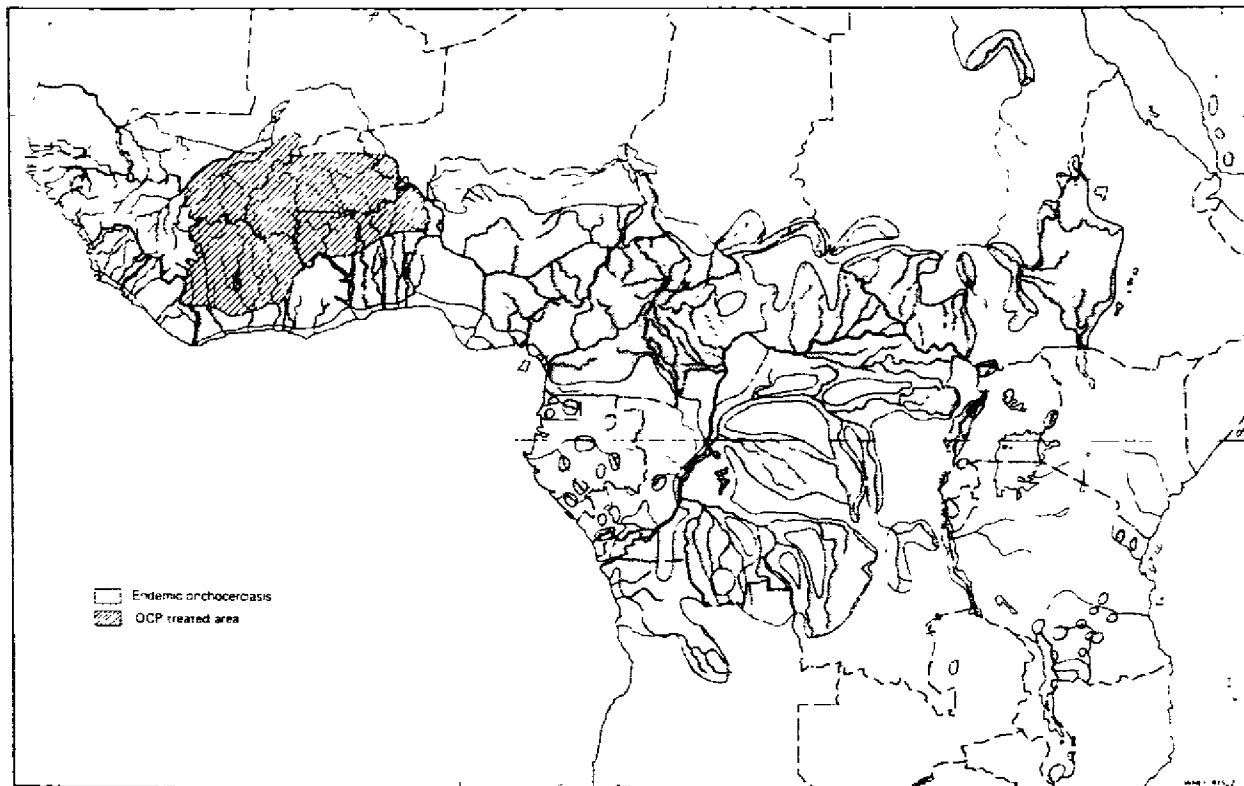
Los ríos y arroyos pueden proporcionar criaderos para mosquitos, durante la estación seca, en las acumulaciones de agua en los huecos de las rocas y en las aguas estancadas que permanecen cerca de los ríos después de un desbordamiento. Las crecidas repentinas son una característica importante de los ríos tropicales, pudiendo arrastrar larvas de las depresiones de las rocas pero rellenar los charcos formados por los desbordamientos. La construcción de bordes de refuerzo con rocas, pilares o diques puede ayudar a prevenir la formación de tales charcos. La construcción de vertederos o descargas por medio de sifones automáticos o por medio de compuertas operadas a mano, resulta a menudo eficaz para prevenir la formación de criaderos de las corrientes de agua o en los canales.

Los mosquitos abundan en los sistemas de irrigación cuyos canales de alimentación y acequias fueron mal diseñados o que están mal mantenidas. El riesgo es mayor en los lugares donde se deja que se acumulen los desechos y se permite que la vegetación crezca. Los cambios que pueden producirse en la dirección, pendiente y velocidad

del agua pueden crear lugares de corriente lenta donde los mosquitos establecerán sus criaderos. La vegetación puede favorecer la reproducción de mosquitos *Mansonia*. Filtraciones excesivas y los desbordamientos pueden dar lugar a la aparición de charcos.

La proliferación de mosquitos en tierras irrigadas está en relación directa con la extensión y la duración del riego del área inundada. El humedecer y secar la tierra alternadamente, una de las formas de riego intermitente, consigue desalentar la postura de huevos por el mosquito. Cuanto más complejo sea el método de irrigación, menos probabilidad tendrá de favorecer la formación de criaderos. Así, la inundación incontrolada con escaso drenaje presenta el mayor riesgo; el agua en tuberías para la irrigación por aspersión, o por goteo, presenta el menor riesgo.

Mapa 3. Distribución geográfica de la ceguera de los ríos u oncocercosis en Africa y la Pensínsula Arábiga



Simúlidos

Hay muchas especies de simúlidos; las más importantes pertenecen al complejo¹ *Simulium damnosum*, vector de la ceguera de los ríos u oncocercosis que existe en la mayor parte de África, entre los paralelos geográficos 13° N y 13° S. Existen otras especies en África y más aun en América del Sur y América Central.

Los simúlidos depositan sus huevos en el agua en movimiento. La larva acuática y la crisálida se adhieren firmemente en el lecho del río, aun en los rápidos turbulentos. Las larvas se alimentan filtrando selectivamente partículas, según el tamaño, del agua en movimiento. La etapa larvaria tiene una duración de cinco a diez días. Al igual que los mosquitos, la hembra adulta necesita sangre para madurar su lote de huevos. Durante el día se alimentan en la vecindad del criadero, pero pueden recorrer cinco kilómetros en busca de un hospedero adecuado. Las hembras necesitan alimentarse de sangre cada cuatro o cinco días. Durante la estación seca el agua desaparece a menudo completamente de los ríos, pero con frecuencia ocurren reinvasiones de simúlidos provenientes de áreas remotas, ya que algunas especies son capaces de realizar migraciones a distancias superiores a 400 kilómetros cuando reciben ayuda de vientos predominantes.

Cuando la hembra pica a una persona infectada adquiere el parásito *Onchocerca volvulus*. No existe reservorio animal conocido. El insecto transmite el parásito durante una picadura subsiguiente. El parásito necesita unos 18 meses para madurar en el hospedero humano y luego vive y se reproduce durante más de diez años.

Métodos de lucha contra la transmisión de la oncocercosis

Hasta hace poco, no existían medicamentos satisfactorios para el tratamiento de la enfermedad o para matar a los vermes en el organismo humano. Actualmente se está ensayando un nuevo medicamento llamado Ivermectin. Los métodos actuales de lucha, sin

¹ *Grupo de especies que se consideraban previamente como una especie única*