

CUANDO LA MUERTE CAMINA EN SEIS PATAS (INSECTOS, ENFERMEDADES E INSECTICIDAS)

Palabras clave: Insectos de importancia médica, Insecticidas, DDT, Control de plagas, Enfermedades Tropicales Desatendidas.

Key words: *Insects of medical importance, Insecticides, DDT, Pest control, Neglected Tropical Diseases.*

A lo largo de la historia, las enfermedades transmitidas por insectos tuvieron un profundo impacto negativo en la demografía, la economía y la política de las regiones afectadas. Los efectos más graves ocurrían en tiempos de guerra, donde las muertes por enfermedad solían ser muy superiores a las bajas en combate. La situación empezó a cambiar a fines del siglo XIX, a medida que se identificaron los agentes patógenos y los insectos que los transmiten. El desarrollo de insecticidas sintéticos marcó otro momento importante para el control de insectos de importancia médica. En 1943, la aplicación del insecticida DDT entre las ropas de los habitantes de Nápoles permitió,

por primera vez en la historia, detener una epidemia. Durante un tiempo, se pensó que con el DDT se lograría erradicar las plagas de insectos. Sin embargo, por sus efectos sobre el ambiente y la fauna salvaje, el DDT fue prohibido en muchos países. Varias enfermedades transmitidas por insectos aparecen en la lista de Enfermedades Tropicales Desatendidas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En enero de 2021, la OMS lanzó una Hoja de Ruta cuyos objetivos incluyen erradicar algunas de estas enfermedades. Es difícil anticipar hasta qué punto se alcanzará este propósito, porque los resultados de estos programas suelen ser tan variables como los factores políticos, económicos y sociales de los cuales dependen. Además de su dimensión moral y humanitaria, el cuidado de la salud debería ser pensado como un objetivo para favorecer el crecimiento económico de los países.

Throughout history, insect-borne diseases had a profound negative impact on the demographics, economics, and politics of affected regions. The most serious effects were manifested in wartime, where deaths from illness used to be much higher than casualties in combat. This situation began to change in the late 19th century, as pathogens and the insects that transmit them were identified. The subsequent development of synthetic insecticides marked another important moment in the field of control of medically important insects. In 1943, the application of the insecticide DDT inside the clothes of the inhabitants of Naples made it possible, for the first time in history, to stop an epidemic. For a time, it was thought that DDT would eradicate the main insect pests. However, because of its negative effects on the environment and non-pest organisms, it was banned in many countries. Several insect-borne diseases appear on the World Health Organization's Neglected Tropical Diseases list. In January 2021, this organism launched a Road Map whose objectives include eradicating some of these diseases. It is difficult to anticipate the extent to which these goals will be achieved, because the results of these programs are usually as variable as the political, economic, and social factors on which they depend. In addition to its moral and humanitarian dimensions, health care should be thought of as an objective to promote the economic growth of countries.

Raúl A. Alzogaray

Centro de Investigaciones en Plagas e Insecticidas (UNIDEF-CITEDEF-CONICET-CIPEIN). Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín (3IA-UNSAM).

E-mail: ralzogaray@hotmail.com

Todo empezó con las ratas en alguna parte del centro de Asia (Byrne, 2012). Con su carga de muerte, los roedores siguieron el camino de la seda. Ingresaron a Europa por Constantinopla, probablemente a bordo de barcos genoveses que también los llevaron a Sicilia, Génova y Venecia. El hijo de trece años del

emperador bizantino Juan VI Cantacuceno fue una de las primeras víctimas en territorio europeo. Entre 1347 y 1356, la enfermedad se esparció por casi toda Europa y el norte de África. Para entonces, ya era una pandemia que había dejado a su paso millones de muertos.

Los médicos de la época creían que las enfermedades que afectaban a muchas personas al mismo tiempo eran provocadas por el "aire malo", contaminado con los vapores emitidos por la falta de higiene y las emanaciones de los cuerpos en descomposición (Figura 1). Otros las atribuían a causas divinas, de-

Tabla 1. Impacto de las enfermedades transmitidas por insectos en tiempos de guerra.

Conflicto (año)	Enfermedad (vector)	Impacto	Referencia
Sitio de Granada (1489)	Tifus (piojos del cuerpo)	Tres mil soldados españoles cayeron en combate, diecisiete mil murieron de tifus. Por este y otros problemas, el sitio se levantó y la integración del reino musulmán en la corona de Castilla se retardó varios años.	Berenbaum (1995)
Guerra angloespañola (1585-1604)	Peste bubónica (pulgas)	Quinientos mil españoles murieron entre 1592 y 1602.	Smallman-Reynor and Cliff (2004)
Guerra de los treinta años (1618-1648)	Peste bubónica (pulgas) Tifus (piojos del cuerpo)	Trescientos cincuenta mil soldados murieron en combate; diez millones de personas, entre soldados y civiles, por enfermedades y desnutrición.	Jennings White III (2018)
Guerra de los siete años (1756-1763)	Fiebre amarilla (mosquitos <i>Aedes</i>)	Ocho mil soldados ingleses murieron entre 1761 y 1762.	Smallman-Reynor and Cliff (2004)
Revolución haitiana (1802)	Fiebre amarilla (mosquitos <i>Aedes</i>)	Francia envió a la isla treinta y cuatro mil soldados, la enfermedad mató veintidós mil. Fue uno de los factores que contribuyó al triunfo de la revolución.	Smallman-Reynor and Cliff (2004)
Campaña de Napoleón a Rusia (1812)	Tifus (piojos del cuerpo)	Unos cuatrocientos mil soldados del ejército napoleónico murieron de enfermedades, hambre y frío. Cincuenta y cinco mil de esas muertes se atribuyen al tifus. La campaña fracasó.	Smallman-Reynor and Cliff (2004) Talty (2009)
Guerra de Crimea (1854)	Tifus (piojos del cuerpo)	Mató 49 815 soldados franceses, mientras que en combate murieron 20 356.	Berenbaum (1995)
Primera Guerra Mundial (1914-1918)	Tifus (piojos del cuerpo)	Murieron más de ciento cincuenta mil soldados serbios, treinta mil prisioneros austrohúngaros y ciento veintiséis médicos.	Jennings White III (2018)
Revolución rusa y guerra civil (1917-1921)	Tifus (piojos del cuerpo)	Produjo más de dos millones y medio de muertes.	Beadle and Hofmann (1993)
Segunda Guerra Mundial (1939-1945)	Malaria (mosquitos <i>Anopheles</i>)	En la Armada estadounidense se registraron 113 256 casos de malaria, noventa de ellos mortales.	Beadle and Hofmann (1993)
Guerra civil sudanesa (1956-)	Leishmaniasis visceral (flebotomos)	Causó más de noventa y cinco mil muertes entre 1984 y 1994.	Beadle and Hofmann (1993)
Guerra de Vietnam (1965-1973)	Malaria (mosquitos <i>Anopheles</i>)	En la Armada estadounidense se registraron 24 606 casos, cuarenta y seis de ellos mortales.	Beadle and Hofmann (1993)

moníacas o mágicas, que daban lugar a tratamientos inútiles. Es difícil estimar cuánta gente murió en aquella pandemia, distintos cálculos coinciden en que fueron decenas de millones. Los contemporáneos se referían a ella como la peste; hoy la llamamos peste bubónica.

La pandemia de peste bubónica del siglo XIV fue una de las más trágicas, pero no fue ni la primera ni la única. A través de los siglos, esta y otras enfermedades transmitidas por insectos alteraron en forma drástica la demografía, la economía y la política de las regiones afectadas. Diezmaron poblaciones y determinaron el resultado de campañas militares (Tabla 1). Hasta mediados del siglo

XX, en tiempos de guerra, las muertes por enfermedad solían ser muy superiores a las bajas en combate (Smallman-Reynor y Cliff, 2004). La situación fue cambiando a medida que se identificaron los agentes patógenos y sus vectores, se lograron importantes avances médicos y se desarrollaron los insecticidas sintéticos. Ahora, algunas de estas enfermedades se manifiestan en forma esporádica y aislada. Otras, como la malaria, el Chagas y el dengue, siguen siendo un serio problema de salud pública que afecta a millones de personas en extensas regiones del planeta.

■ DOS CHINCHES EN UN COLCHÓN

En latín, plaga significa “llaga, herida profunda”, y ese es el sentido, tanto literal como metafórico, que le damos en castellano. Las plagas son seres vivos que compiten con los humanos por la comida, las fibras y los refugios (Flint y van den Bosch 1983). Algunas se alimentan de las personas y les transmiten enfermedades. Otras afectan las plantas cultivadas y los animales criados para comer o por placer.

De esta manera, la definición de plaga es:

- Antropocéntrica: se plantea desde una perspectiva exclusivamente humana y, por lo tanto, impregnada de componentes económicos, médicos y recreativos. Los entomólogos estadounidenses Mary Louise Flint y Robert van der Bosch señalaron que, desde un punto de vista puramente ecológico, “sería impensable describir un organismo como un factor negativo (plaga) solo porque ocupa un eslabón próximo al nuestro en la cadena alimentaria” (Flint y van den Bosch 1983). Pero desde un



Figura 1: En el siglo XVII, durante la tercera pandemia de peste bubónica, los médicos europeos usaban máscaras con pico para protegerse de la enfermedad. Dentro del pico colocaban plantas aromáticas o flores secas para contrarrestar los malos olores. Creían que la enfermedad se contraía al respirar “aire malo” emitido por la materia orgánica en descomposición. Grabado de Paul Fürst (1656). Fuente: Wikimedia commons.

punto de vista humano, la cosa cambia.

- Cultural: Lo que es plaga para una cultura, puede no serlo para otra. En algunas regiones de Filipinas, en vez de aplicarles insecticidas, la gente prefiere cazar y comer las langostas que se alimentan de los cultivos (Paoletti, 2005).
- Temporal y espacialmente relativa: lo que es una plaga en un lugar y un momento determinados, puede no serlo en un lugar o un momento diferentes. Una población de insectos que se alimentan de plantas salvajes de algodón en el desierto de Sonora (México) no constituye una plaga. Pero sí lo es una población de la misma especie, que se alimenta del algodón cultivado en el chaco argentino.
- Depende de propiedades poblacionales: en algunas circunstancias, cuando la densidad de la población es muy baja, la magnitud del daño producido puede no justificar la aplicación de una medida de control, que resultaría más costosa que el daño en sí. Por ejemplo, en un cultivo de maíz, se recomienda aplicar un tratamiento insecticida cuando hay al menos tres orugas cortadoras cada cien plantas (Urretabizkaya, 2018). Si hay menos, no se justifica, económicamente hablando, aplicar una medida de control. En agricultura, este concepto se llama Umbral Económico (Weersink et al., 1991).

La bibliografía ofrece distintas definiciones de plaga. Algunas son más abarcadoras, otras menos; algunas tienen en cuenta ciertos factores, otras tienen en cuenta otros. En general, todas apuntan a lo mismo: organismos que dañan un recurso humano. Pero los detalles varían. La cuestión del tamaño poblacional,

mencionada en el párrafo anterior, se aplica muy bien en el ámbito agrícola. Pero, ¿se podría decir lo mismo si hay una sola rata en un restaurante?, ¿o dos chinches de cama en el colchón de una habitación de hotel? En estos casos, el sentido común indica que el umbral debería ser cero. Todo depende del tipo de plaga y del contexto.

■ SOLO UNOS POCOS MILES

Por su cantidad, variedad y características, los insectos ocupan un lugar destacado entre las plagas. Son los únicos animales que tienen seis patas (Figura 2). En su cuerpo se pueden reconocer tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. Sus patas y antenas son articuladas, y la gran mayoría tiene alas. Sus ciclos de vida son los más insólitos del reino animal. A diferencia de los vertebrados, que tenemos un esqueleto interno, los insectos tienen un esqueleto externo que les recubre toda la superficie del cuerpo. Es una estructura dura y rígi-

da que les impide crecer. Sin embargo, los insectos crecen, porque a lo largo de su vida se despojan varias veces del esqueleto y aumentan de tamaño antes de que se forme uno nuevo.

Pensemos en una mariposa, que nace como una larva sin patas, sin alas y sin órganos sexuales. Pero un día se rodea de un capullo que la aísla del medio y dentro de él se transforma en un insecto con patas, alas y genitales. Pensemos en los mosquitos, que pasan por un proceso parecido al de las mariposas, con la extrañeza adicional de que durante toda su etapa larval permanecen debajo del agua, mientras que los adultos viven fuera de ella.

Otra sorprendente característica de los insectos es su enorme diversidad. Los científicos clasificaron alrededor de un millón de especies; las estimaciones más conservadoras indican que queda al menos otro tanto por descubrir y clasificar. Ante estos

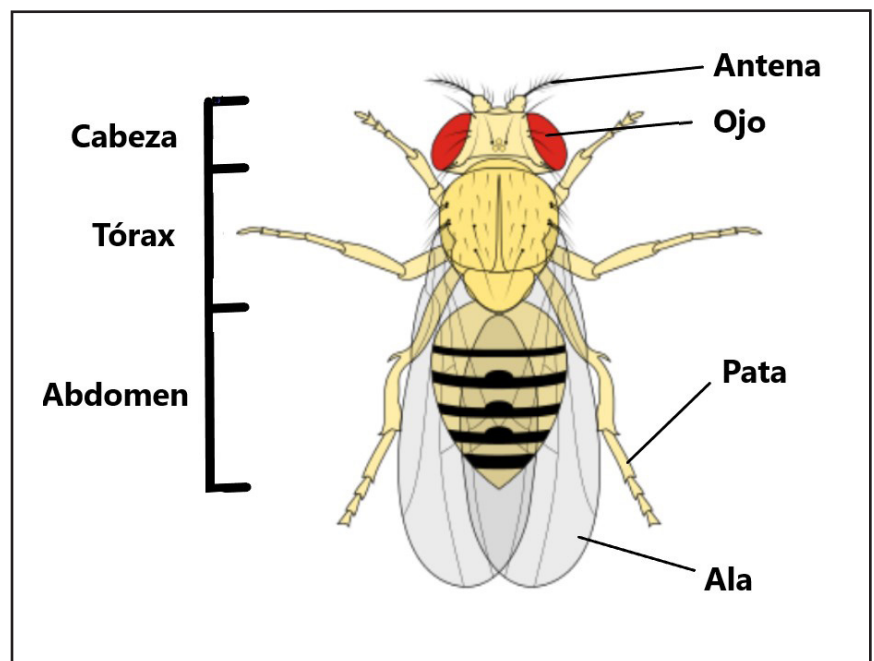


Figura 2: Aspecto general de un insecto adulto. Los insectos son los únicos animales que tienen seis patas. En su cuerpo se pueden reconocer tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. La gran mayoría son alados. Fuente: Modificado de Wikimedia commons.

números, deberíamos considerarnos afortunados de que solo unos pocos miles de especies de insectos sean plagas.

Los insectos plagas se clasifican de acuerdo con el tipo de recurso humano que afectan. Hay plagas agrícolas, forestales, veterinarias, de productos almacenados, urbanas y

de importancia médica. Los insectos de importancia médica afectan la salud humana en forma directa, produciendo molestias y enfermedades, o actuando como parásitos,

Tabla 2. Molestias y daños que los insectos causan a los humanos.
<p>I. Molestias</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por su presencia (real o imaginaria) - Por el zumbido de su vuelo - Por el olor de sus secreciones o de sus cuerpos en descomposición - Por el sabor desagradable de sus secreciones y excrementos depositados sobre alimentos - Por irritar la piel al moverse sobre ella - Al morder la piel - Al ingresar accidentalmente en ojos, nariz u oídos - Por depositar sus huevos en la piel o el cabello
<p>II. Aplicación de veneno</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mediante un aguijón - Mediante sus piezas bucales - A través de cerdas o pelos irritantes - Al dejar residuos corrosivos cuando son aplastados sobre la piel
<p>III. Establecimiento como parásitos externos o internos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Causando inflamaciones al picar o morder la piel - Contaminando la piel con huevos o excreciones - Para succionar sangre - Por perforación de músculos, conductos urogenitales o las cavidades nasales, oculares o auditivas
<p>IV. Diseminación de parásitos o agentes patógenos de animales o humanos enfermos a humanos sanos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por transporte accidental a los alimentos, o a los labios, ojos y heridas - Por inoculación cuando pican para alimentarse - Al depositarlos sobre la piel, a través de sus excrementos, sus piezas bucales o su cuerpo
<p>Fuente: Metcalf and Flint (1980).</p>

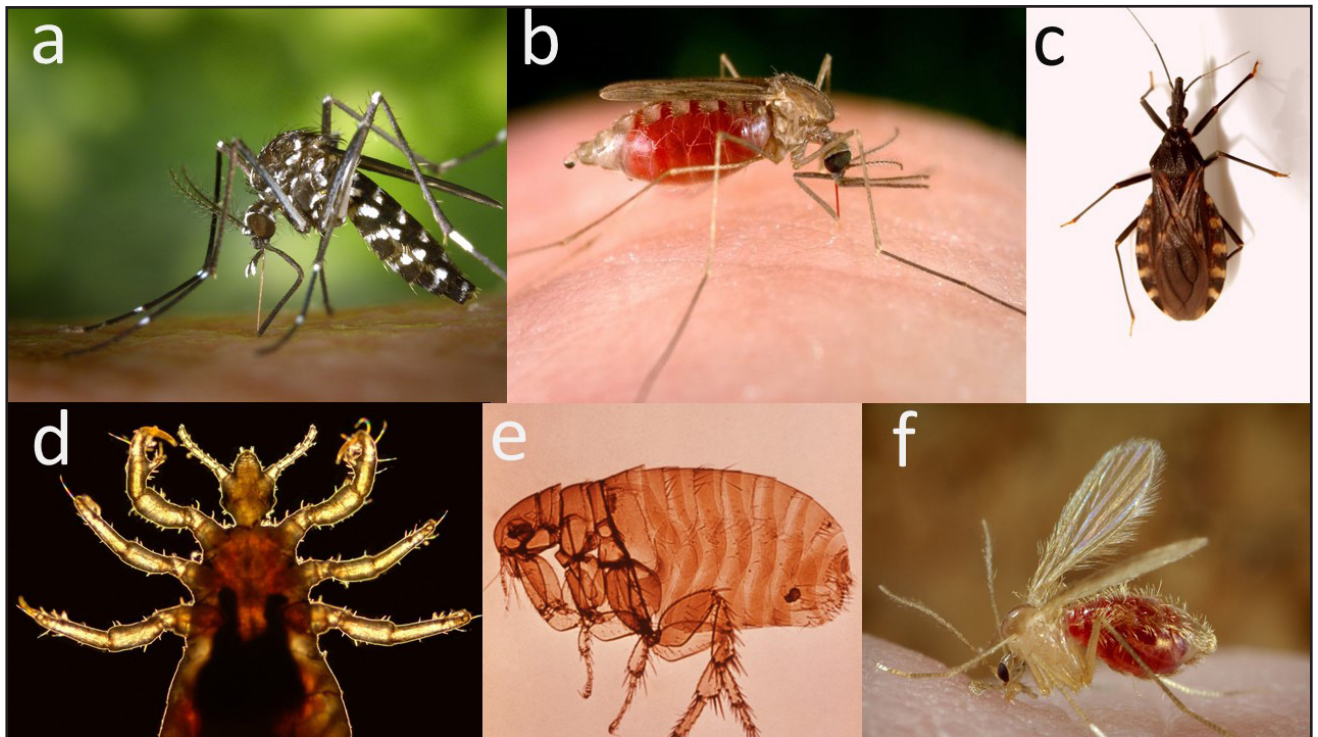


Figura 3: Durante siglos, estos seis insectos transmitieron enfermedades a decenas de millones de personas. a, mosquito *Aedes aegypti*, vector de fiebre amarilla, dengue, chikungunya y zika; b, mosquito *Anopheles*, vector de la malaria; c, vinchuca *Triatoma infestans*, vector de la enfermedad de Chagas; d, *Pediculus humanus humanus* (piojo del cuerpo), vector del tifus; e, *Xenopsylla cheopis* (pulga), vector de la peste bubónica; f, flebótomo *Lutzomyia*, vector de la leishmaniasis. Las fotos no están en escala. Fuentes: Wikimedia commons (a y f), Pixnio (b), Public domain files (d y e); fotografía de Ariadna Moretti (c).

Recuadro 1 Insectos vectores en Argentina

El mosquito *Aedes aegypti*, la vinchuca *T. infestans*, los flebótomos *Lutzomyia* y *Migonemyia* y el piojo de la cabeza *Pediculus humanus capitis* son los principales insectos que ocasionan problemas sanitarios en Argentina (Alzogaray 2018).

El mosquito *A. aegypti*, vector de dengue, fiebre amarilla, zika y chikungunya, habita desde las fronteras con Bolivia, Paraguay y Brasil, hasta el sur de Córdoba y el norte de la provincia de Buenos Aires. La primera epidemia de dengue en territorio argentino ocurrió en 1916. En la década de 1960, este mosquito se consideró erradicado del país, pero regresó a fines del siglo XX. Desde entonces, cada año provoca numerosos casos. En el pasado produjo brotes de fiebre amarilla, entre ellos la gran epidemia de 1871, pero desde 1966 no se han vuelto a producir. De reciente aparición mundial, zika y chikungunya no son enfermedades locales.

T. infestans es una chinche que transmite el Chagas desde tiempos precolombinos. En algunas provincias argentinas se logró interrumpir la transmisión de esta enfermedad, que afecta a más de un millón y medio de sus habitantes. Pero sigue siendo un problema importante en Catamarca, Chaco, Corrientes, Formosa, Mendoza, Salta, San Juan y Santiago del Estero.

La leishmaniasis es transmitida por flebótomos, insectos emparentados con las moscas y los mosquitos. En Argentina, se detectó por primera vez en la década de 1910. Ahora, los principales focos se encuentran en la Mesopotamia, Formosa, Salta y Santiago del Estero. Los flebótomos vectores locales pertenecen a los grupos *Lutzomyia* y *Migonemyia*.

Aunque se han detectado algunos agentes patógenos en los piojos de la cabeza, no hay evidencias de que estos insectos desempeñen un papel importante como transmisores de enfermedades. Sin embargo, su sola presencia en la cabeza humana constituye una enfermedad, la pediculosis, ampliamente difundida entre niños en edad escolar.

e indirecta, mediante la transmisión de agentes patógenos (Tabla 2).

Los mosquitos, las vinchucas y los flebótomos son los principales vectores de enfermedades humanas

(Figura 3, Tabla 3, Recuadro 1). Los mosquitos que transmiten la malaria se cuentan entre los animales

Tabla 3. Principales insectos vectores de enfermedades humanas.

Insectos	Enfermedades que transmiten	Tipo de agente patógeno
Mosquitos	Fiebre amarilla, dengue, zika, chikungunya, encefalitis de Saint Louis, encefalitis de La Crosse, encefalitis japonesa, encefalitis del Valle del Murray, fiebre onyong nyong, fiebre del río Ross, fiebre del oeste del Nilo, fiebre del valle del Rift	Virus
	Malaria	Protozoo
	Filariasis	Nematodo
Triatominos	Enfermedad de Chagas	Protozoo
Flebótomos	Estomatitis vesicular	Virus
	Enfermedad de Carrión	Bacteria
	Leishmaniasis	Protozoo
Simúlidos	Oncocercosis	Nematodo
Moscas tsé tsé	Enfermedad del sueño	Protozoo
Piojos	Tífus epidémico, fiebre de las trincheras, fiebre reincidente	Bacteria
Pulgas	Peste negra, tularemia	Bacteria

Fuente: Durden and Mullen (2019).

Tabla 4. Formas en que los insectos vectores transmiten agentes patógenos a las personas.

a. Por ingestión del vector

El agente patógeno ingresa a la persona cuando ésta ingiere el vector o parte de él. De esta manera, un individuo vector sólo puede transmitir el agente patógeno a una persona.

b. Mientras o después de que el vector chupó sangre

b.i. El agente patógeno prolifera en el intestino del vector y es transmitido con los excrementos

El agente patógeno ingresa al vector cuando éste se alimenta, y se multiplica en su intestino. Algunos agentes patógenos atraviesan varios estadios de desarrollo hasta que alcanzan la forma adecuada para invadir a una persona después de que el insecto lo excrete.

b.ii. El agente patógeno prolifera en el intestino del vector y es transmitido durante la picadura

El agente patógeno ingresa al vector cuando éste se alimenta y se multiplica en su intestino. Luego se mueve hacia la parte anterior del intestino o a las piezas bucales y es transmitido a un humano la siguiente vez que el insecto se alimente.

b.iii. El agente patógeno ingresa al cuerpo del vector y es transmitido durante la picadura

Una vez ingerido por el insecto, el agente patógeno atraviesa las células intestinales y se dirige a las piezas bucales o a las glándulas salivales del insecto, desde allí pasa a la persona en el momento de la picadura.

Fuente: Lane and Crosskey (1993).

Recuadro 2 La casa de la muerte del doctor Ishii

Desde la antigüedad, la existencia de insectos que pican o clavan agujones a los humanos derivó en su inevitable uso como armas y herramientas de tortura. Mucho después, cuando se descubrió la relación entre los insectos y la transmisión de agentes patógenos, los vectores de enfermedades se convirtieron en una herramienta apta para el bioterrorismo. La liberación de insectos infectados con enfermedades alcanzó su máxima perversión durante la guerra sino-japonesa (1937-1945).

Arrojarle al enemigo abejas o avispas tiene una larga tradición (Lockwood 2012). Con sus catapultas, los antiguos romanos solían arrojar panales de abejas en las batallas terrestres y navales. Prácticas similares se usaban en las edades Media y Moderna para alejar a los ejércitos que sitiaban castillos y ciudades.

Según el *Popol Vuh*, libro sagrado de los mayas, ante el inminente ataque de un ejército enemigo, los habitantes de cierta ciudad colocaron junto al lado externo de los muros grandes calabazas llenas de abejas y avispas (Anónimo 1965). Cuando llegaron los atacantes, los defensores de la ciudad levantaron las cubiertas de las calabazas y los insectos quedaron en libertad. “Así los guerreros fueron acabados por los animales que se pegaban a sus ojos, que se pegaban a sus narices, a sus bocas, a sus piernas, a sus brazos”, cuenta el libro sagrado. Presas del dolor y el pánico, los asaltantes fueron diezmados por los defensores de la ciudad.

Más recientemente, el Vietcong ubicaba panales de abejas gigantes (*Apis dorsata*) en lugares estratégicos para que picaran a las tropas estadounidenses (Mayor 2012). Con la intención de devolver gentilezas, el Pentágono evaluó la posibilidad de “marcar” a los norvietnamitas con feromonas que atrajeran a las abejas, pero no la llegó a poner en práctica.

La tortura fue otro uso espurio de los insectos (Lockwood 2012). Siglos atrás, las tribus siberianas ataban a sus prisioneros desnudos en zonas donde abundaban mosquitos y moscas chupadoras de sangre. En Norteamérica, los Apaches frotaban los párpados y labios de sus víctimas con miel. Luego las estaqueaban sobre hormigueros y, con unos palillos, las obligaban a permanecer con la boca abierta para que se les llenara de hormigas. A mediados del siglo XIX, el emir de Bukhara (hoy Uzbekistán) torturaba a sus prisioneros poniéndolos en un pozo que contenía garrapatas y chinches.

Durante la Segunda Guerra Mundial, el médico militar japonés Shirō Ishii (1892-1959) dirigió la Unidad 731, un complejo construido por el Ejército Imperial cerca de la ciudad de Habrin, en Manchuria (estado títere de Japón, ahora territorio chino). La misión pública de la Unidad 731 era prevenir epidemias y monitorear la calidad del abastecimiento de agua; su misión secreta era desarrollar y evaluar la eficacia de armas biológicas.

Los científicos de la Unidad 731 hacían experimentos con prisioneros de guerra, pero no tenían problemas en usar también criminales, indigentes, rebeldes y otros civiles (Harris 1994). Quienes tenían la mala suerte de ser enviados a la Unidad 731 eran objeto de innumerables crímenes: les inyectaban enfermedades, los sometían a vivisecciones sin anestesia, les congelaban o amputaban las extremidades y los exponían a explosiones.

Otro objetivo de la Unidad 731 era implementar los medios para diseminar en centros urbanos insectos transmisores de enfermedades (Lockwood 2012). Criaban pulgas a escala industrial, las infectaban con la bacteria de la peste bubónica y las arrojaban junto con granos de trigo desde aeroplanos que volaban a baja altura sobre ciudades chinas. Los granos atraían a las ratas, las pulgas se subían a ellas y así eran distribuidas por la ciudad. Al principio, los científicos de la Unidad 731 criaban las pulgas sobre los cuerpos de prisioneros de guerra, pero a medida que aumentaba la producción empezaron a alimentarlas sobre ratas criadas especialmente para ese fin. Llegaron a producir once kilos de pulgas por mes. Entre 1940 y 1945, los japoneses arrojaron millones de pulgas infectadas sobre al menos una docena de ciudades chinas, produciendo brotes de enfermedades que mataron a miles de personas.

En 1945, luego de la rendición de Japón, Ishii fue arrestado y negoció con los norteamericanos. Ofreció revelar los resultados de los experimentos realizados en la Unidad 731 a cambio de inmunidad por sus crímenes. La oferta fue aceptada. El destino posterior de Ishii es incierto. Distintas fuentes afirman que trabajó como asesor en armas biológicas para el gobierno de Estados Unidos; o que volvió a Japón, donde fundó una clínica y ejerció la medicina. Lo único seguro es que nunca fue juzgado por los innumerables crímenes cometidos en la Unidad 731.

más peligrosos. Más de doscientos millones de personas sufren esta enfermedad, que cada año mata unas cuatrocientas mil.

Los insectos que transmiten agentes patógenos reciben el nombre de vectores. Según la forma en que se realiza la transmisión, se los considera vectores mecánicos o biológicos (Durdén y Mullen, 2019). Los vectores mecánicos, como la mosca y la cucaracha, llevan los agentes patógenos sobre el cuerpo. Son insectos que se alimentan indistintamente de excrementos, basura y los productos alimenticios que guardamos en nuestra alacena. Al desplazarse de una fuente de alimento a otra, van recogiendo y depositando a su paso diferentes agentes patógenos.

La transmisión biológica implica una relación más íntima, en la que los agentes patógenos se multiplican y desarrollan parte de su ciclo de vida dentro del vector. Los vectores biológicos se alimentan de sangre humana, y adquieren y transmiten los agentes patógenos en el momento en que pican a las personas (Tabla 4). Por su capacidad de transmitir graves enfermedades, algunos de estos insectos han sido usados como armas biológicas (Recuadro 2).

■ EL TRIUNFO DE GORGAS

Durante la construcción del Canal de Panamá (1904-1914), se realizó uno de los primeros esfuerzos a gran escala para controlar enfermedades transmitidas por insectos. En los años previos, miles de obreros murieron de malaria y fiebre amarilla durante la construcción del ferrocarril transcontinental panameño. Estas enfermedades, transmitidas por mosquitos, también contribuyeron al fracaso de los primeros intentos por construir el canal.

En 1903, Panamá le cedió a Estados Unidos una franja de su territorio, de unos quince kilómetros de ancho, que se extendía desde la costa atlántica hasta el Océano Pacífico. Estados Unidos construiría el canal y lo administraría a cambio de garantizar la independencia de Panamá (que ese mismo año se había separado de Colombia).

Para ese entonces, ya se sabía que la malaria y la fiebre amarilla son transmitidas por mosquitos. Y que esos mosquitos depositan sus huevos sobre el agua o en las pa-

redes de recipientes con agua. Las larvas son acuáticas, pero respiran el aire de la atmósfera. Con la experiencia que había adquirido unos años antes, al controlar la malaria y la fiebre amarilla en Cuba, el capitán médico del ejército estadounidense William Gorgas (1854-1920) planeó las actividades que minimizaron la incidencia de estas enfermedades en la zona del canal (Figura 4) (Harvard University Library, n.d.).

Gorgas mandó drenar los pantanos y tierras húmedas de la región, e hizo construir canales de hormigón



Figura 4: El médico militar estadounidense William Gorgas planificó y supervisó el control de mosquitos vectores en Cuba y luego en Panamá, durante la construcción del canal interoceánico. Su intervención fue un factor decisivo para completar la obra. Fuente: Wikimedia commons.

para hacer circular el agua. Cuando no fue posible drenar, mandó aplicar aceite o kerosén sobre el agua, para impedir que las larvas de mosquitos tomaran aire de la atmósfera. Ordenó poner mosquiteros en todas las viviendas de los trabajadores, usar piretro y vapores de azufre para matar a los mosquitos que lograran entrar, y contratar personal para capturar los mosquitos que siguieran vivos. Distribuyó quinina entre los trabajadores, una sustancia vegetal que se usaba para tratar la malaria, y aisló a los enfermos para evitar que fueran picados por mosquitos que luego podían transmitir las enfermedades a otras personas. Gracias a estas medidas, que costaron millones de dólares, la transmisión de la fiebre amarilla se interrumpió en la zona del canal, y la incidencia de malaria disminuyó en un 90% entre los trabajadores. Este exitoso resultado se debió en gran medida al carácter militar de la campaña, llevada a cabo por un ejército extranjero con la aprobación del gobierno local.

El papel de los insectos en la transmisión de enfermedades humanas se empezó a descubrir en la segunda mitad del siglo XIX. Como no existían vacunas ni tratamientos para esas enfermedades, se comprendió que eliminar a los vectores sería una forma rápida y directa de solucionar el problema. Pero en aquella época existían muy pocos insecticidas efectivos y poco tóxicos para los organismos que no son plagas (Matthews, 2018). Las primeras medidas de control fueron principalmente de carácter cultural y estuvieron dirigidas a proteger a las personas o a realizar cambios para afectar el ciclo de vida de los insectos: colocar mosquiteros, eliminar los sitios donde los mosquitos depositan sus huevos. Antes de la Segunda Guerra Mundial, se usaban como insecticidas productos vegetales, principalmente piretro y nicotina, y sales

orgánicas de azufre o arsénico. Eran efectivos, pero la mayoría resultaba muy tóxica para los seres humanos y otros organismos.

En 1939, cuando comenzó la Segunda Guerra, no había razones para pensar que este conflicto sería diferente de tantos otros, en los que muchísimos soldados y civiles habían contraído enfermedades mortales, transmitidas o no por insectos. Sin embargo, ese mismo año, un químico suizo descubrió un

insecticida que, por primera vez en la historia, permitió interrumpir una epidemia.

■ EL DESCUBRIMIENTO DE MÜLLER

En los últimos meses de 1943, el dictador Mussolini instauró en el norte de Italia la República Social Italiana, un estado títere de la Alemania nazi. Mientras, los aliados, que avanzaban desde el sur, expulsaron a los alemanes de Nápoles y



Figura 5: En 1939, el químico suizo Paul Müller descubrió las propiedades insecticidas del DDT y el control de plagas cambió para siempre. Por este descubrimiento, Müller recibió en 1948 el Premio Nobel de Medicina. Fuente: Wikimedia commons.

encontraron que la ciudad estaba inmersa en una epidemia de tifus, enfermedad transmitida por los piojos del cuerpo. Con la esperanza de solucionar el problema, Estados Unidos envió dicloro difenil tricloroetano (DDT), un insecticida sintético descubierto cuatro años antes.

Las propiedades insecticidas del DDT fueron descubiertas en 1939 por el químico suizo Paul Müller (1899-1965), un empleado de la empresa Geigy ubicada en Basilea (Figura 5) (Mellanby, 1992). El DDT ya había sido sintetizado en la década de 1870 por el estudiante austriaco Othmar Zeidler como parte de su trabajo de tesis doctoral. A Zeidler le interesaba el proceso de síntesis del DDT, pero no investigó sus efectos sobre los seres vivos. Eso lo hizo Müller seis décadas más tarde.

Durante sus primeros años en Geigy, Müller se dedicó al desarrollo de colorantes, luego orientó sus investigaciones hacia el área de la protección vegetal. Durante cuatro años, sintetizó y evaluó sin éxito la actividad insecticida de más de trescientas sustancias. Él mismo realizaba los ensayos con insectos, porque pensaba que un químico debía reconocer el significado de sus hallazgos, en vez de dejarlo en manos de otros que podían ser menos perceptivos o estar menos motivados. En septiembre de 1939, sintetizó una sustancia a la que llamó provisoriamente P 1139. Al comprobar que era letal para la mosca de la carne, hizo ensayos adicionales con áfidos, mosquitos y escarabajos de la papa. Resultó un buen insecticida en todos los casos. En 1942, Geigy registró en Suiza un producto insecticida a base de P 1139, sustancia que unos años más tarde sería mundialmente conocida como DDT.

En 1943, cuando se declaró la epidemia de tifus en Nápoles, Esta-

dos Unidos ya producía DDT a escala industrial y envió a Italia varias toneladas. De inmediato, el ejército instaló cuarenta estaciones de despiojado equipadas para espolvorear el insecticida sobre la gente (Wheeler, 1946). El DDT era aplicado a presión mediante una manguera que se introducía por las aberturas de las ropas. No hay informes de muertes humanas, y es probable que no hayan ocurrido, porque la toxicidad del DDT en las personas es muy baja.

Durante el resto de la guerra, los aliados usaron DDT en todos los frentes (Mellanby, 1992). El nuevo insecticida detuvo el tifus en varios campos de concentración recientemente liberados y la peste bubónica en Dakar (Figura 6). También se usó en grandes cantidades para contro-

lar a los mosquitos que transmiten la malaria. En las islas del océano Pacífico, era común hacer una aplicación aérea de DDT antes del desembarco de los soldados estadounidenses.

En 1948, Müller recibió el Premio Nobel de Medicina “por su descubrimiento de la alta eficacia del DDT contra varios artrópodos” (The Nobel Prize, 2021). Fue la primera vez que el Nobel de Medicina fue entregado a alguien que no era médico. La fama del Nobel le dio reconocimiento mundial. El entomólogo inglés Kenneth Mellanby refiere que una de las “más bizarras experiencias” de Müller fue “aceptar la invitación para visitar Argentina que le hicieron el entonces presidente Juan A. Perón [sic] y su esposa Evita. Se esperaba que le otorgaran el



Figura 6: Un soldado inglés aplica DDT en polvo entre las ropas de un ex prisionero del campo de concentración de Bergen Belsen (1945). Fuente: Wikimedia commons.

título de doctor *honoris causa* de la Universidad de Buenos Aires y lo hicieron Profesor Honorario de la Universidad Eva Perón, pero también le ofrecieron el cargo de Ministro de Educación. Müller rehusó la oferta” (Mellanby, 1992).

■ UNA NUEVA ESPERANZA

Después de la guerra, los usos del DDT se ampliaron considerablemente. Pronto demostró su efectividad para controlar todo tipo de plagas agrícolas y forestales. También se lo siguió usando contra insectos transmisores de enfermedades, con resultados tan efectivos como los obtenidos con el tifus en Nápoles. En la década de 1950, se organizaron programas para controlar o erradicar mosquitos y otros insectos vectores. Además de los mosquitos *Anopheles*, el DDT controló al vector de la fiebre amarilla (*A. aegypti*); las moscas domésticas, negras y del sueño; las pulgas, y los piojos del cuerpo y de la cabeza. La vinchuca *Triatoma infestans*, principal vector de la enfermedad de Chagas en Argentina, fue una de las pocas plagas

de importancia médica que el DDT no pudo controlar. El metabolismo de este insecto transforma el DDT en un producto soluble en agua, que es excretado (Agosin, 1964). Además, el pasaje del DDT a través del esqueleto externo de la vinchuca es particularmente lento (Fontán y Zerba, 1992).

Al principio se lograron muy buenos resultados (Tabla 5), pero mantener el éxito alcanzado se fue haciendo cada vez más difícil, a medida que las poblaciones de insectos se iban haciendo resistentes al DDT. El insecticida empezó a fallar y las enfermedades tropicales recrudescieron.

Los primeros informes científicos de insectos resistentes al DDT se remontan a 1946, cuando se detectaron fallas en el control de la mosca doméstica en el norte de Suecia (Brooks, 2018). En aquel entonces, se sabía muy poco acerca de la resistencia a los insecticidas y los informes científicos tenían poca difusión fuera del ámbito académico. Además, el DDT era considerado

una herramienta maravillosa para el control de los insectos y costó aceptar que hubiera empezado a fallar.

Pero la resistencia no es una respuesta específica de las poblaciones de insectos al DDT. La aplicación de cualquier insecticida sobre una población de insectos elimina a los individuos susceptibles, mientras que los resistentes sobreviven. Si se sigue aplicando el mismo insecticida, a medida que pasan las generaciones aumenta la proporción de insectos resistentes. La resistencia al DDT contribuyó a que se dejara de usar, pero uno de los principales factores que aceleró su prohibición en muchos países fue un libro.

■ LA ADVERTENCIA DE CARSON

El libro que precipitó la caída del DDT fue *Primavera silenciosa*, de la bióloga estadounidense Rachel Carson (1907-1964) (Figura 7) (Carson, 2010). Publicada en 1962, *Primavera silenciosa* es una obra de divulgación que alertó a la opinión pública sobre las consecuencias del uso descontrolado del DDT y otros

Tabla 5. Impacto del DDT sobre la incidencia de enfermedades humanas.

Lugar	Vector - enfermedad	Incidencia antes de usar DDT (año)	Incidencia después de usar DDT (año)
Egipto	Piojos - tifus	40 188 (1943)	187 (1948)
Cerdeña	Mosquitos - malaria	78 153 (1944)	9 (1951)
Guatemala	Piojos - tifus	2384 (1945)	8 (1951)
Chipre	Mosquitos - malaria	7686 (1945)	406 (1948)
Ceilán	Mosquitos - malaria	2 800 000 (1948)	17 (1963)

Fuente: Mellanby (1992).

insecticidas. Los argumentos de Carson, apoyados por evidencia científica, eran indiscutibles:

- El DDT es una sustancia muy estable, con una vida media en el ambiente que puede superar los diez años (ATSDR, 2002).
- También es insoluble en agua, por lo que tiende a acumularse en los tejidos grasos de los seres vivos. A esta propiedad, junto con su alta estabilidad ambiental, se debe su presencia en la grasa de animales, incluida la leche materna humana (Eskenazi et al., 2009).
- Como consecuencia de sus propiedades físico-químicas, el DDT se acumula en los seres vivos. Esto, a su vez, hace que se su concentración aumente en las cadenas tróficas (Baird and Can, 2012). En la década de 1950, era frecuente aplicarlo en lagos y lagunas para eliminar a las larvas de mosquitos. El DDT ingresaba al cuerpo de todos los organismos que vivían en el agua. Cuando uno de ellos se comía a otro, además del insecticida que recibía del agua incorporaba el que estaba dentro de su alimento. Esto ocurría en cada eslabón de la cadena trófica, de modo que los organismos ubicados en los niveles más altos ingerían tanto DDT que se intoxicaban. Así murieron muchas aves que se alimentaban de peces.
- El DDT interfiere en la formación de las cáscaras de los huevos de las aves (Lundholm, 1997). Por falta de calcio, las cáscaras resultan muy frágiles y se rompen con facilidad. Este efecto produjo una alta mortandad en poblaciones de águilas calvas, pelícanos marrones, halcones peregrinos y otras aves.

Las características del DDT venían siendo investigadas por los científicos desde los años 40s. El mérito de *Primavera silenciosa* fue transferir la información del ámbito académico al público en general y a los gobernantes. El presidente Kennedy leyó el libro y les pidió a sus asesores científicos un informe sobre los riesgos asociados al uso de plaguicidas.

La advertencia difundida por *Primavera silenciosa* se refería a problemas reales, que empeorarían si no se tomaban medidas apropiadas.

De ahí su título, que alude a una hipotética primavera sin pájaros, aniquilados por la contaminación ambiental con plaguicidas. Así terminó lo que el entomólogo estadounidense Robert Metcalf llamó "La era del optimismo" del control de plagas y comenzó "La era de la duda" (Metcalf, 1980).

En los años siguientes, surgieron reglamentaciones y estrategias para minimizar el impacto de los plaguicidas en el ambiente y en los seres que no son plagas. Con el tiempo, se fue imponiendo el Manejo Integrado



Figura 7: La bióloga estadounidense Rachel Carson, autora del libro *Primavera silenciosa*, difundió entre el público en general el fuerte impacto negativo de los plaguicidas sobre el ambiente y los seres vivos. Fuente: Wikimedia commons.

de Plagas, un concepto que comenzó a ser explorado en la década de 1950, cuando científicos estadounidenses propusieron que el manejo de insectos debía ser supervisado por entomólogos (Kogan, 1998). También se reconoció la necesidad de desarrollar nuevos productos insecticidas, para usarlos como alternativas para retardar el surgimiento de la resistencia. Y se crearon organismos estatales para regular la venta de plaguicidas y decidir, con fundamento científico, cuáles pueden ser autorizados para la venta y cuáles no.

Carson no llegó a presenciar el profundo impacto de su obra. Murió en 1964, a los 56 años, debilitada por el cáncer y la radioterapia. En 1980, la honraron con la Medalla Presidencial de la Libertad, máxima condecoración civil otorgada por el gobierno de Estados Unidos.

Prohibido o restringido su uso, los efectos negativos del DDT empezaron a revertir. La fauna salvaje se recuperó, y la cantidad de DDT

detectada en aves y mamíferos disminuyó considerablemente. Los expertos consideran que la mayoría de los problemas generados por el uso de este y otros plaguicidas se debieron al uso incorrecto que se les dio durante años.

■ EL DÍA DESPUÉS

En 1968, Hungría fue el primer país que prohibió el uso del DDT (MARD, 2005). Le siguieron Noruega, Suecia, Alemania Occidental, Estados Unidos y otros países. En Argentina, el Decreto 2121/90 del Poder Ejecutivo Nacional prohíbe la "importación, fabricación, fraccionamiento, comercialización y uso de productos de aplicación agrícola formulados a base de [...] DDT".

La drástica disminución en el uso de DDT fue rápidamente seguida por un aumento en la aplicación de fosforados y carbamatos, dos familias de insecticidas surgidas después de la Segunda Guerra Mundial. Según pasaron los años, los más tóxicos integrantes de estas dos familias fue-

ron cayendo en desuso, parcialmente reemplazados por los piretroides fotoestables obtenidos a partir de 1972 y los neonicotinoides que alcanzaron el mercado en la década de 1990. Desde entonces, no se ha desarrollado ninguna familia importante de insecticidas sintéticos.

Simultáneamente, surgieron estrategias alternativas para reemplazar o complementar a los insecticidas químicos convencionales (Matthews, 2011). Estas alternativas incluyen métodos culturales como los que se usaban a comienzos del siglo XX. Las herramientas para uso no profesional permiten la participación activa de las comunidades mediante el uso de mosquiteros impregnados, pinturas insecticidas y potes fumígenos que emiten humos tóxicos para los insectos (Recuadro 3) (Rozendaal, 1997). También da buenos resultados educar a la comunidad para que adopte medidas de autoprotección individuales o grupales.

Recuadro 3 Del pote salía humo. . .

En la década de 1990, con el propósito de controlar a las vinchucas transmisoras de la enfermedad de Chagas, el Ministerio de Salud de la Nación Argentina adquirió cientos de miles de potes fumígenos que despedían humos insecticidas (Zerba, 1999). Los potes eran un desarrollo local, realizado en el Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas de Villa Martelli, provincia de Buenos Aires (CIPEIN).

Hasta ese momento, el control de vinchucas se basaba casi exclusivamente en el rociado de las paredes de las viviendas rurales con formulaciones insecticidas. Para realizar los tratamientos en forma efectiva, había que sacar de las viviendas los muebles y todo otro objeto que obstaculizara el rociado de las paredes. Además de la molestia para los habitantes de las casas, siempre existía el riesgo de que entre los objetos desalojados hubiera vinchucas que escapaban al tratamiento. Para aplicar el pote fumígeno, en cambio, bastaba colocarlo en el piso de la vivienda y encender una mecha que iniciaba una ignición sin llama. El humo llegaba a todos los recovecos sin necesidad de sacar los muebles y demás pertenencias. Otras ventajas del pote fumígeno eran que resultaba más económico que las actividades de rociado de insecticidas, y que para aplicarlo no se requería la participación de un profesional.

El pote fumígeno obtuvo el reconocimiento de la OMS como herramienta para el control de vinchucas, y fue considerado uno de los tres factores que más contribuyeron a mejorar la salud mundial en la década de 1990 (Zerba 2015). El CIPEIN también fue objeto de un importante reconocimiento: la OMS lo incorporó a su lista de Centros Colaboradores, distinción que se renueva periódicamente y aún sigue vigente. En Argentina, el pote fumígeno se sigue usando para controlar vinchucas.

El control biológico implica el uso de seres que se alimentan de los insectos o les producen enfermedades. Es un método atractivo para controlar insectos vectores, porque es muy específico y su impacto ambiental es mínimo. Sin embargo, en pocos casos se alcanzaron los resultados esperados, porque las interacciones biológicas son complejas y los resultados obtenidos en los laboratorios no siempre se reproducen en el campo. Además, a diferencia de la aplicación de insecticidas químicos, el resultado del control biológico no es instantáneo.

La necesidad de optimizar el control de los insectos que transmiten enfermedades llevó a la concepción del Manejo Integrado de Vectores. La Organización Mundial de la Salud (OMS) lo define como un proceso racional de toma de decisiones que requiere un enfoque dirigido a mejorar la eficacia, la rentabilidad, el compromiso ecológico y la sustentabilidad de las intervencio-

nes de control de vectores con las herramientas y recursos disponibles (WHO, 2012a).

Mientras más de doscientos millones de personas están infectadas de malaria y unas cuatrocientas mil mueren cada año, la discusión en torno al DDT continúa (WHO, n.d.). ¿Es correcto su uso en condiciones restringidas o habría que descartarlo por completo? Hay quienes piensan que la única opción razonable es prohibirlo en forma absoluta. La OMS, en cambio, recomienda su aplicación dentro de las viviendas para controlar los mosquitos de la malaria (WHO, 2011). Esta forma de uso no constituye un riesgo serio para las personas ni para el ambiente, y ofrece una alternativa barata y efectiva cuando la resistencia de los insectos obliga a cambiar de insecticida.

Después de la prohibición, la legislación estadounidense conservó el DDT como un as en la manga,

dispuesta a ponerlo sobre la mesa en caso de emergencia. Por ejemplo, entre 1972 y 1979, se aprobó la aplicación de DDT en algunos estados para controlar pulgas infestadas con la peste bubónica y algunas plagas agrícolas (Bate, 2007).

■ UN CÍRCULO VICIOSO

Las enfermedades transmitidas por insectos afectan a cientos de millones de personas que viven en regiones tropicales y subtropicales, cuyo clima favorece el desarrollo de los vectores (Tabla 6). Son problemas de Salud Pública que afectan casi exclusivamente a los países donde la pobreza es alta y la mayor parte de la población no tiene acceso a los mínimos recursos sanitarios que se necesitan para llevar una vida saludable. Es un círculo vicioso en el que la pobreza genera enfermedades que empeoran la pobreza.

A comienzos del siglo XXI, la OMS elaboró una lista de trece En-

Tabla 6. Enfermedades transmitidas por insectos con mayor incidencia mundial.

Enfermedad	Países donde la transmisión es activa	Población infectada (en millones)	Población en riesgo (en millones)
Malaria	99	265	3125
Filariasis linfática	72	120	1390
Dengue	> 100	Variable	2500
Leishmaniasis	88	Información no disponible	200
Chagas	21	10	30
Oncocercosis	37	Información no disponible	40
Enfermedad del sueño	37	Información no disponible	15

Fuente: WHO (2012a).

Tabla 7. Lista de Enfermedades Tropicales Desatendidas de la OMS.

Dengue y chikungunya*
Dracunculiasis
Enfermedad de Chagas*
Envenenamiento por mordedura de serpiente
Equinococosis
Esquistosomiasis
Filariasis linfática*
Helmintiasis transmitida por el suelo
Leishmaniasis*
Lepra
Micetoma, cromoblastomicosis y otras micosis profundas
Oncocercosis*
Pian
Rabia
Sarna y otras ectoparasitosis
Teniasis/cisticercosis
Tracoma
Trematodiasis transmitida por alimentos
Tripanosomiasis africana*
Úlcera de Buruli

* Enfermedades transmitidas por insectos.

Fuente: WHO (n.d.).

fermedades Tropicales Desatendidas (ETD). ¿Por qué se las considera desatendidas? Porque reciben poca atención, se les asignan pocos recursos económicos y no figuran entre las prioridades sanitarias de los países afectados (WHO, 2012b). Históricamente, se les han dedicado muchos menos recursos y esfuerzos que a otras enfermedades infecciosas consideradas “no desatendidas”, como la tuberculosis, el SIDA y la malaria. Por su relación con la pobreza, representan un mercado sin capacidad de pago que no atrae a las empresas farmacéuticas. En muchos casos, los problemas de salud que enfrentan los países más pobres no se deben a la ausencia de tratamientos, sino a que la atención médica está fuera del alcance de las personas.

Desde su creación, la lista de ETD creció. Actualmente incluye veinte enfermedades muy variadas, que producen diferentes síntomas y se transmiten de diferentes maneras (Tabla 7) (WHO, n.d.). Algunas son transmitidas por insectos; otras, como la lepra, la sarna y la esquistosomiasis, no. En conjunto, afectan a unos mil millones de las personas más pobres del planeta y son endémicas en más de 140 países. En unos cien países coexisten al menos dos de ellas; y en unos treinta, seis o más. Esto hace que muchas personas sufran al mismo tiempo más de una ETD. El impacto socioeconómico de estas enfermedades es enorme, porque impiden que los niños vayan a la escuela y los adultos, a trabajar.

Por razones prácticas o económicas, no siempre es posible realizar campañas en gran escala para con-

trolar las ETD, pero hay ejemplos en los que se alcanzaron buenos resultados. A fines del siglo pasado, se lanzaron en América Latina varias iniciativas que lograron interrumpir la transmisión del Chagas por *T. infestans* en Brasil, Chile y Uruguay, e interrumpirla parcialmente en Argentina, Bolivia y Paraguay (OPS, 2012).

En los últimos tiempos, la OMS cambió la forma de enfocar el problema de las ETD. Antes, cada enfermedad se abordaba en forma individual; el nuevo enfoque propone ofrecer una respuesta integrada a las necesidades sanitarias de las comunidades pobres (OMS, 2010). La participación conjunta de gobiernos y comunidades es un factor clave para alcanzar los objetivos.

En enero de 2021, la OMS lanzó su segunda Hoja de Ruta para las ETD (OMS, 2021). Los objetivos para los próximos diez años incluyen erradicar en todo el mundo dos enfermedades (pian y dracunculosis); interrumpir en varios países la transmisión de otras tres (lepra, oncocercosis y tripanosomiasis africana); eliminar en varios países el problema de salud pública que representan el Chagas y otras siete enfermedades; y lograr que cien países erradiquen al menos una enfermedad en sus respectivos territorios.

Los resultados de los programas diseñados para controlar las ETD suelen ser tan variables como los factores políticos, económicos y sociales de los cuales dependen. Además de su dimensión moral y humanitaria, el cuidado de la salud debería ser pensado como un objetivo para favorecer el crecimiento económico de los países. La pandemia de coronavirus declarada por la OMS en marzo de 2020 puso en evidencia lo que pasa cuando se piensa de otra manera.

■ GLOSARIO

Artrópodo: animal con esqueleto externo, y patas y antenas articuladas, como los insectos, las arañas, los ciempiés y los cangrejos.

Entomólogo: especialista en Entomología, rama de la Biología que estudia a los insectos.

Epidemia: enfermedad infecciosa que afecta simultáneamente a una gran cantidad de personas en un lugar determinado.

Especie: conjunto de seres vivos que pueden reproducirse entre sí y dejar descendencia fértil. En el ámbito del control de plagas, es muy importante identificar a qué especie pertenecen los individuos que se pretende controlar. Esto se debe a que cada especie tiene características particulares, de modo que una estrategia apropiada para controlar una especie puede ser totalmente ineficaz para controlar a otra.

Flebótomo: insecto que pertenece al mismo grupo que las moscas y los mosquitos. Algunas especies transmiten leishmaniasis y bartonelosis.

Incidencia: número de nuevos casos de una enfermedad en una población determinada durante cierto período.

Insecticidas carbamatos: derivados sintéticos del ácido carbámico. Tienen como antecedente natural la fisostigmina, un carbamato presente en los porotos del calabaz, planta que crece en el oeste africano. En otros tiempos, los chamanes de la región preparaban con estos porotos un brebaje que usaban en juicios de la verdad. Se lo daban de beber al sospechoso de un crimen. Si sobrevivía, lo declaraban inocente; si moría, lo consideraban culpable.

Insecticidas fosforados: derivados sintéticos del ácido fosfórico. Fueron investigados en la Alemania nazi para el desarrollo de gases de guerra. Finalizado el conflicto, algunas empresas estadounidenses accedieron a esas investigaciones, que originaron la industria de una nueva familia de insecticidas.

Manejo Integrado de Plagas: estrategia que usa diferentes métodos para controlar plagas (físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales). Sus objetivos son disminuir la aplicación de insecticidas químicos y minimizar el impacto del control de plagas sobre el ambiente.

Nematodo: gusano de cuerpo cilíndrico. Algunos se alimentan de tejidos humanos y producen enfermedades como filariasis, oncocercosis y triquinosis.

Pandemia: enfermedad infecciosa que afecta simultáneamente a los habitantes de muchos países.

Piretro: insecticida que se extrae de las flores de margaritas del grupo *Chrysanthemum*. Hace más de un siglo y medio, ya se usaba en Europa, y mucho antes, en el Medio Oriente. Primero se aplicaban las flores secas y pulverizadas. Más tarde, se descubrió que, si se sumerge el polvo en un solvente orgánico y luego se deja evaporar, se obtiene una jalea insecticida.

Protozoo: organismo unicelular con núcleo. Conformar un grupo de seres que incluye las amebas y los paramecios, entre muchos otros. Algunas especies producen enfermedades como Chagas, malaria, enfermedad del sueño, leishmaniasis, tricomoniasis y disentería.

■ BIBLIOGRAFÍA

Agosin M., Morello, A., Scaramelli, N. (1964) Partial characterization of the *in vivo* metabolites of DDT-C¹⁴ in *Triatoma infestans*. *Journal of Economic Entomology* 57, 974-977.

Alzogaray R.A. (ed.) (2018) *Insectos de importancia sanitaria en Argentina*. Buenos Aires: Editorial Autores de Argentina.

Anónimo (1965) *Popol Vuh*. Buenos Aires: Losada.

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2002) *ToxGuide for DDT/DDD/DDE*. Atlanta: ATSDR.

Baird C., Can M. (2012) *Environmental chemistry*. New York: Freeman and Company.

Bate R. (2007) The rise, fall, rise and imminent fall of DDT. *American Enterprise Institute for Public Research* 14, 1-9.

Beadle C., Hofmann S.L. (1993) History of malaria in the United States Naval Forces in war: World War I through the Vietnam conflict. *Clinical Infectious Diseases* 16, 320-329.

Berenbaum M.R. (1995) *Bugs in the system*. New York: Addison-Wesley.

Brooks G.T. (2018) *Chlorinated insecticides vol 2*. Boca Raton: CRC Press.

Byrne J.P. (2012) *Encyclopedia of the Black Death*. Santa Barbara: ABC-CLIO.

Carson R. (2010) *Primavera silenciosa*. Barcelona: Crítica.

- Durden G.R., Mullen L.A. (2019) Introduction. In: Durden G.R., Mullen L.A. (eds.) *Medical and Veterinary Entomology*, pp. 1-16. London: Academic Press.
- Eskenazi B., Chevrier J., Goldman Rosas L., et al. (2009) The Pine River statement: Human health consequences of DDT use. *Environmental Health Perspectives* 117, 1359-1367.
- Flint M.L., van den Bosch R. (1983) *Introduction to integrated pest management*. New York: Plenum Press.
- Fontán A., Zerba, E. (1992) Influence of the nutritional state of *Triatoma infestans* over the insecticidal activity of DDT. *Comparative Biochemistry and Physiology* 101C, 589-591.
- Harvard University Library (n.d.) *Contagion: Historical views of diseases and epidemics*. <https://curiosity.lib.harvard.edu/contagion>
- Harris S.H. (1994) *Factory of death*. London: Routger.
- Jennings White III J. (2018) Typhus: Napoleon's tragic invasion of Russia, the war of 1812. In: Seaman R. (ed.). *Epidemics and war*, pp 69-82. Santa Barbara: ABC-CLIO.
- Kogan M. (1998) Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology* 43, 243-270.
- Lane R.P., Crosskey R.W. (1993) General introduction. In: Lane R.P., Crosskey R.W. (eds.), *Medical insects and arachnids*, pp. 1-29. Cambridge: Chapman & May.
- Lockwood J.A. (2012) Insects as weapons of war, terror, and torture. *Annual Review of Entomology* 57, 205-227.
- Lundholm C.E. (1997) DDE-induced eggshell thinning in birds: Effects of p,p'-DDE on the calcium and prostaglandin metabolism of the eggshell gland. *Comparative Biology and Physiology* 118C 2, 113-128.
- MARD - Ministry of Agriculture and Rural Development (2005) Selected passages from the history of the hungarian plant protection administration on the 50th anniversary of establishing the county plant protection stations. <https://web.archive.org/web/20090110025539/http://www.fvm.hu/main.php?folderID=1564&articleID=6169&ctag=articlelist&iid=1&part=2>
- Matthews G. (2011) *Integrated vector management*. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Matthews G.A. (2018) *A history of pesticides*. Boston: CABI.
- Mayor A. (2009) *Greeke fire, poison arrows, and scorpion bombs*. New York: Overlook Duckwort.
- Metcalfe C.L. (1980) Changing role of insecticides in crop protection. *Annual Review of Entomology* 25, 219-256.
- Metcalfe C.L., Flint W.P. (1980) *Insectos destructivos e insectos útiles*. México: Continental.
- Mellanby K. (1992) *The DDT story*. Surrey: British Crop Protection Council.
- OMS - Organización Mundial de la Salud (2010) *El empeño por contrarrestar el impacto de las enfermedades tropicales desatendidas*. Ginebra: OMS.
- OMS - Organización Mundial de la Salud (2021) *Poner fin a la desatención para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible*. Ginebra: OMS. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332421/WHO-UCN-NTD-2020.01-spa.pdf>
- OPS - Organización Panamericana de la Salud (2012) *XIV Reunión de la Comisión Inter-gubernamental de la Iniciativa de los Países de Centroamérica (IPCA) para la Interrupción de la Transmisión Vectorial, Transfusional y Atención Médica de la Enfermedad de Chagas*. OPS, <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/2012-XIV-IPCA-Reunion.pdf>
- Paoletti M.G. (2005) *Ecological implications of minilivestock*. Enfield: Science Publishers.
- Rozendaal J.A. (1997) *Vector control*. Geneva: World Health Organization.
- Smallman-Reynor M.R., Cliff A.D. (2004) Impact of infectious diseases on war. *Infectious Disease Clinics of North America* 18, 341-348.
- Talty S. 2009. *The illustrious dead*. New York: Crown.
- The Nobel Prize (2021) *The Nobel Prize in physiology or medicine 1948*. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1948/summary/>
- Urretabizkaya N. (2018) *Manejo integrado de plagas asociadas al cultivo de maíz*. Lomas de Zamora: Cátedra de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias

- Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- WHO - World Health Organization (2011) The use of DDT in malaria vector control. Geneva: WHO.
- Zerba E.N. (2015) De la química a la toxicología en insectos. *Ciencia e Investigación, Reseñas* 3, 112-126.
- Weersink A., Deen W., Weaver S. (1991) Defining and measuring economic threshold levels. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 39, 619-625.
- WHO - World Health Organization (2012a) Handbook for integrated vector management. Geneva: WHO.
- ORIGEN DE LAS ILUSTRACIONES**
-
- Pixnio, <https://pixnio.com>
- Public Domain Files, <http://www.publicdomainfiles.com>
- Wheeler C.M. (1946) Control of typhus in Italy: 1943-1944. *American Journal of Public Health* 36, 119-129.
- WHO - World Health Organization (2012b) ¿Por qué se les dice “desatendidas” a algunas enfermedades tropicales? <https://www.who.int/features/qa/58/es/>
- Wikimedia Commons, <https://commons.wikimedia.org>
- WHO - World Health Organization (n.d.) Neglected tropical diseases. https://www.who.int/neglected_diseases/diseases/en/
- Zerba E.N. (1999) Past and present of Chagas vector control and future needs. Geneva: WHO.