

OPCIONES DE CONTROL HISTÓRICAS Y CONTEMPORÁNEAS FRENTE A LAS CHINCHES DE LA CAMA *CIMEX SPP.*

Stephen L. Doggett^{1,*} and Chow-Yang Lee²

¹ Department of Medical Entomology, NSW Health Pathology—ICPMR, Westmead Hospital, Westmead, New South Wales, Australia; email: Stephen.Doggett@health.nsw.gov.au

² Department of Entomology, University of California, Riverside, California, USA; email: chowyang.lee@ucr.edu

Annu. Rev. Entomol. 2023. 68:169–90

Palabras clave

Cimex hemipterus, *Cimex lectularius*, gestión, control químico, control no químico, resurgimiento global

Resumen

Las chinches de la cama (*Hemiptera: Cimicidae*) son un importante grupo de plagas de insectos urbanos hematófagos obligados. Se cree que el resurgimiento mundial de chinches de la cama, entre las que se encuentran la chinche común, *Cimex lectularius* L., y la chinche tropical, *Cimex hemipterus* (F.), en las últimas dos décadas se debe principalmente al desarrollo de resistencia a los insecticidas, junto con los viajes por todo el mundo y la mala gestión de las plagas, que han contribuido a su propagación. Esta revisión examina y resume la bibliografía sobre los orígenes de las chinches de la cama y su propagación mundial, así como las opciones de control históricas y contemporáneas. Se incluyen la prevención, detección y vigilancia de las chinches de la cama, las metodologías de control químicas y no químicas (y sus limitaciones) y las posibles opciones de control en el futuro. Se destacan las necesidades futuras de investigación, especialmente los factores que explican el resurgimiento moderno, la necesidad de identificar las diferencias entre las dos especies de chinches de la cama relevantes para el control y la necesidad de mejorar los protocolos de análisis de insecticidas y las estrategias de gestión.

1. INTRODUCCIÓN.

En las dos últimas décadas se ha producido un resurgimiento mundial de chinches de la cama del tipo *Cimex lectularius* L. (chinche común) y *Cimex hemipterus* (F.) (chinche tropical). El resurgimiento ha sido generalizado, afectando prácticamente a todos los sectores de la sociedad, desde viviendas, hoteles y otros

alojamientos públicos hasta edificios de oficinas, centros sanitarios, bibliotecas, medios de transporte (aviones, cruceros, trenes, autobuses) y granjas avícolas (45).

Las picaduras de chinches pueden causar lesiones dermatológicas irritantes (117), efectos sobre la salud mental (8) y de otro tipo (41), estigma social y graves repercusiones económicas (46, 112). Aunque no hay pruebas de transmisión de agentes infecciosos (42), se ha descubierto que las chinches de la cama en el campo están infectadas de forma natural con una amplia gama de patógenos, y se ha demostrado que las chinches de la cama en el laboratorio transmiten el patógeno de la enfermedad de Chagas (*Trypanosoma cruzi*) (115). Las histaminas producidas por las chinches en locales infestados pueden desencadenar enfermedades respiratorias (38).

El control de las chinches de la cama es costoso y supone miles de millones de dólares al año en todo el mundo (46). Por desgracia, las personas socialmente desfavorecidas son las más afectadas por las chinches. Por lo tanto, muchas infestaciones pueden quedar sin notificar o sin tratar, y los sectores más pobres de la sociedad se han convertido en el reservorio de las chinches (79).

La principal causa del resurgimiento ha sido el desarrollo de resistencia a los insecticidas en ambas especies de chinches (31, 109). Debido a los altos niveles de resistencia, las opciones de control químico contra estas plagas son limitadas (80). Esto se ve agravado por la inundación del mercado con productos y dispositivos que son en gran medida ineficaces en el control de las chinches de la cama (43). Se han publicado varias revisiones sobre las opciones de control de las chinches de la cama (42, 73, 80), la detección y el seguimiento (25, 28, 135), las estrategias de gestión integrada de plagas (GIP) (112) y la resistencia a los insecticidas (31, 109).

Este artículo revisa y contrasta las opciones de control históricas y contemporáneas para la gestión de las chinches de la cama. Se examina el exitoso declive de las infestaciones tras la Segunda Guerra Mundial, junto con los factores que explican el resurgimiento actual. Se discuten los retos que plantea el control de las chinches de la cama resistentes a los insecticidas modernos, junto con las posibles estrategias de gestión futuras. El examen de las estrategias de gestión del pasado puede proporcionar lecciones sobre cómo combatir con éxito esta plaga de salud pública en la sociedad moderna. La revisión también destaca las futuras direcciones y necesidades de investigación, centrándose en aquellas relevantes para la gestión de las chinches de la cama.

2. CIMEX LECTULARIUS Y CIMEX HEMIPTERUS.

Cimex lectularius se encuentra predominantemente en regiones templadas y subtropicales, mientras que *C. hemipterus* se da principalmente en los trópicos y subtropicales más cálidos (45, 99, 134). Ambas especies pueden coexistir simpátricamente en lugares como África, Australia, Florida, Hawai y Taiwán (31, 74). Recientemente, también se ha registrado la presencia de *C. hemipterus* en Europa (9, 15, 88). Aunque las dos especies están estrechamente emparentadas y pueden aparearse entre sí sin producir descendencia viable (97), los análisis filogenéticos moleculares han indicado que los tipos que engloban a ambas especies de *Cimex* divergieron hace 47 millones de años (113). Existen varias diferencias morfológicas entre las especies. Por ejemplo, *C. lectularius* tiene el pronoto más ancho que *C. hemipterus* (Figura 1); las

almohadillas hemitrales del mesotórax adulto de *C. hemipterus* son ampliamente redondeadas, a diferencia de las de *C. lectularius*, que son menos ovaladas (134); y *C. hemipterus* tiene muchos más pelos tenaces en la *fósula esponjosa* (almohadilla tibial) que *C. lectularius* (74).

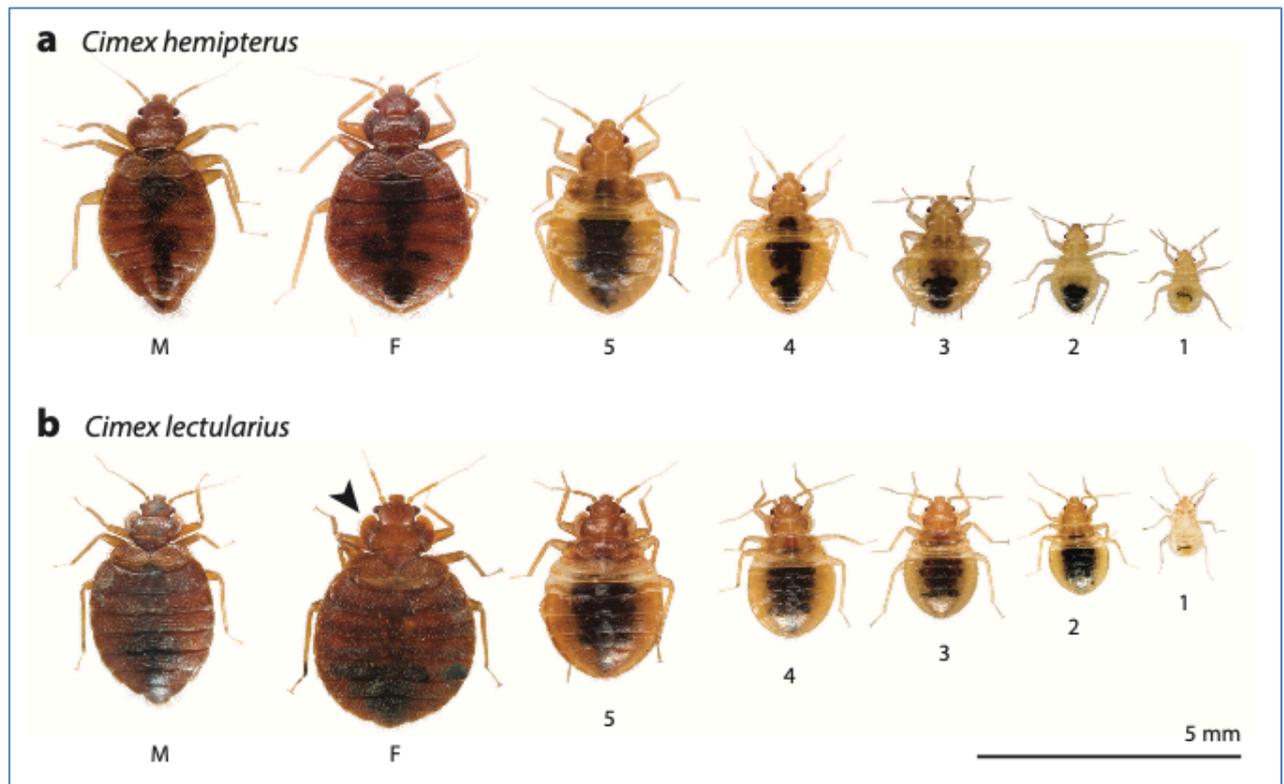


FIGURA 1.

Los distintos estadios de (a) la chinche tropical, *Cimex hemipterus*, y (b) la chinche común, *Cimex lectularius*. El rasgo distintivo de *C. lectularius* es el reborde lateral del pronoto (como indica la flecha), que es más de 2,5 veces más ancho que largo (134). El reborde lateral es evidente a partir del cuarto estadio. M y F indican macho y hembra, respectivamente, y los números 1-5 indican los estadios primero a quinto.

3. ORIGEN Y PROPAGACIÓN MUNDIAL DE LAS CHINCHES DE LA CAMA.

3.1. Propagación histórica.

El primer registro de chinches de la cama asociadas a seres humanos procede de un yacimiento arqueológico egipcio de hace unos 3.550 años (100). Durante la época romana, las chinches eran comunes en el Mediterráneo (105), y la posterior propagación mundial de las chinches fue el resultado del comercio marítimo (127). A principios del siglo XX, las chinches estaban muy extendidas. Sin embargo, la introducción del diclorodifeniltricloroetano (DDT) y otros insecticidas orgánicos sintéticos a partir de principios de la

década de 1940 ayudó a reducir las infestaciones de chinches. En la década de 1960, las infestaciones eran ya raras en los países desarrollados (19, 45).

3.2. El resurgimiento moderno (1998-actualidad).

El primer informe de un posible resurgimiento fue un artículo de 1998 que describía anecdóticamente un número creciente de picaduras de chinches en Cambridge (Reino Unido) y la aparente ineficacia de los insecticidas (17). Un informe posterior procedente de Estados Unidos en 2000 también sugería anecdóticamente un aumento del número de chinches (71). En Venezuela, el primer informe de chinches en unos 30 años se produjo en 2001, en la ciudad de Baruta (101).

La primera prueba fehaciente del resurgimiento llegó del Reino Unido. Boase (19) informó de que tanto una empresa de control de plagas como un ayuntamiento habían notificado un aumento de las infestaciones de chinches de menos de 5 en 1997 a aproximadamente 30 en 2000, es decir, seis veces más. En Australia, los envíos de chinches a un laboratorio patológico de referencia aumentaron un 700% en los años 2001-2004 en comparación con los cuatro años anteriores, 1997-2000 (44). Un estudio posterior de la industria australiana de gestión de plagas informó de un aumento en el número de chinches de cama del 4.500% para el período 1999-2006, en comparación con los niveles anteriores a 1999 (47). En Estados Unidos, una gran empresa multinacional de gestión de plagas informó de un aumento de las llamadas de chinches de más del 500% entre 2002 y 2003 (90). En Japón, las consultas sobre chinches realizadas por el Gobierno de Tokio aumentaron de 20 en 2000 a casi 350 en 2012, mientras que el número de tratamientos contra chinches realizados por dos de las principales empresas de control de plagas pasó de cero en 2004 a más de 220 en 2013 (78). Una encuesta de la Agencia Nacional de Medio Ambiente de Singapur de empresas de control de plagas del país en 2012 registró un aumento de los trabajos (tratamientos) contra chinches de 200 en 2006 a 470 en 2011 (78). En Israel, un cuestionario a profesionales de la gestión de plagas realizado en 2009 mostró un aumento del 50-150% en las infestaciones de chinches de cama en comparación con el periodo 2001-2005 (94).

Lo que pronto se hizo evidente fue que el resurgimiento mundial afectaba a dos especies de chinches de la cama, *C. hemipterus* y *C. lectularius* (45), aunque muy pocos de los informes citados mencionaban de qué especies se trataba. Desde entonces, se ha notificado un resurgimiento de chinches en más de 50 países, incluidas todas las regiones del planeta (31, 45). Recientemente se han publicado mapas que muestran la distribución mundial pasada y actual de las dos especies de chinches (128). A pesar de que han pasado aproximadamente 25 años desde el inicio del resurgimiento, existen relativamente pocos datos sobre la epidemiología del resurgimiento de las chinches de la cama (79). Uno de los grandes impactos de las chinches de la cama ha sido la carga económica que imponen a los afectados, y se ha estimado que estos insectos cuestan a la economía mundial miles de millones de dólares anuales (46).

Las razones del resurgimiento mundial de las chinches de la cama son muchas y variadas; sin embargo, ahora es evidente que la evolución de la resistencia a los insecticidas en ambas especies ha desempeñado un papel importante (45). El aumento de los viajes a escala mundial facilitó la dispersión de estas cepas resistentes por todo el mundo (45). Para agravar el resurgimiento, el deficiente control de plagas, unido a la propagación mediada por el hombre, dispersó las chinches de los lugares inicialmente infestados

(especialmente apartamentos) a otros lugares (y apartamentos) dentro del mismo edificio o en edificios circundantes, lo que aumentó significativamente la velocidad del resurgimiento mundial (20, 47).

4. OPCIONES DE CONTROL HISTÓRICAS Y CONTEMPORÁNEAS Y RETOS.

En la Tabla 1 se presenta una lista de opciones de control históricas, contemporáneas y novedosas contra las chinches de la cama, así como sus limitaciones.

4.1. Prevención.

Históricamente, las opciones de control de las chinches de la cama eran limitadas, por lo que la prevención era primordial. A principios del siglo XVIII, las pertenencias de los nuevos criados y los muebles de segunda mano se inspeccionaban minuciosamente antes de permitir su entrada en el hogar por si estaban infestados de chinches (127). Los caseros alemanes y suecos exigían a los exterminadores testimonios por escrito de que los apartamentos estaban libres de chinches cuando los inquilinos desalojaban las viviendas (105). En la actualidad, se reconoce que los muebles de segunda mano constituyen un riesgo de chinches, y muchas instituciones educativas de Estados Unidos exigen que los objetos de los inquilinos se sometan a un tratamiento térmico antes de introducirlos en el edificio (45). En la actualidad, los propietarios de viviendas en Estados Unidos suelen preseleccionar a los inquilinos para comprobar si han estado expuestos a este insecto (105).

A principios del siglo XIX, las pensiones francesas desprendían un persistente olor a chinche, y los alojamientos más baratos solían estar plagados del insecto. Las infestaciones eran tan graves en muchas pensiones londinenses en la década de 1850 que se aconsejaba a los huéspedes que se emborracharan hasta la mitad para poder dormir (21). Incluso hoy en día, debido al resurgimiento moderno, los alojamientos de bajo coste con gran rotación de huéspedes, como los albergues para mochileros, son muy vulnerables a las chinches (47).

A lo largo de la historia se ha recomendado desde hace tiempo una buena higiene y la reducción del número de grietas y hendiduras para evitar posibles refugios (105). Incluso hoy en día se recomiendan selladores para rellenar los posibles refugios en los muebles y en las habitaciones (73). Para minimizar las infestaciones y facilitar el tratamiento, se recomiendan muebles y camas simples con pocos huecos donde puedan alojarse las chinches (127). En 1766, el cirujano inglés Samuel Sharp observó que muchos hospitales italianos utilizaban camas de hierro para reducir las hendiduras en las que pudieran esconderse los insectos y sugirió que los hospitales ingleses adoptaran esta medida, lo que redujo los problemas de chinches (21). A mediados del siglo XIX, se preferían las camas metálicas desmontables a las de madera para facilitar el tratamiento (21). Hoy en día, las camas metálicas de construcción sencilla y una reducción de los posibles refugios de chinches de la cama se promueven en las normas del control de chinches de la cama (40).

En los países balcánicos existía la tradición de esparcir hojas de judía (*Phaseolus vulgaris*) por el suelo de las habitaciones para capturar chinches, ya que las hojas atrapaban a los insectos (108). Más tarde se descubrió que los tricomas en forma de gancho de las hojas de judía atrapaban a las chinches (22, 130). Esto inspiró la microfabricación de superficies que imitaban la acción de los tricomas y que podían colocarse alrededor

de la cama para capturar las chinches recién introducidas (130). Sin embargo, este producto aún no se ha comercializado.

En la actualidad, se suelen instalar fundas blancas en los colchones para facilitar el proceso de inspección en busca de chinches (40). Si un colchón está infestado, la instalación de una funda impide que las chinches de la cama accedan al huésped (137, 142). La funda también sirve de barrera contra la exposición a los pesticidas aplicados en el colchón (72, 73).

Tabla 1. Opciones de control históricas, contemporáneas y novedosas contra las chinches de la cama y sus limitaciones

Tipo	Opción	Método y/o agentes	Estado de utilización ^a	Retos y limitaciones conocidas	Referencias seleccionadas	
Prevención	Mobiliario sencillo	Camas de metal o reducción de escondites	Pasado, presente	No es 100 % preventivo	21, 40, 105, 127	
	Reducción de escondites	Sellado de grietas y hendiduras, utilizando superficies duras	Pasado, presente	No es 100 % preventivo	21, 40, 105, 127	
	Aislamiento de camas y muebles	Prevenir que los insectos lleguen a la cama	Pasado, presente	La ropa que toca el suelo da acceso a las chinches	40, 105	
	Plato lleno de aceite o queroseno	Situados debajo de las patas de la cama para evitar el acceso de chinches	Pasado	Inflamable	105	
	Minimizar el desorden	Reducción de escondites	Pasado, presente	Menos efectos personales	40, 105	
Detección y control	Vigilancia	Entrevista a los residentes	Pasado, presente	Poco fiable	27, 139	
	Trampas	Trampas adhesivas	Presente	Se repelen las chinches	25	
	Inspección visual	Inspección visual por un técnico de control de plagas	Pasado, presente	Fiabilidad moderada	25, 40, 139	
	Inspección canina	Perro	Presente	Precisión de moderada a alta	26, 102	
	Controles activos	Control con señuelo (calor, CO ₂ , semioquímicos)	Presente	Más caro, requiere mantenimiento, eficacia desconocida	6, 25, 28	
	Controles pasivos	Monitor tipo Pitfall	Presente	Inefectivo frente <i>Cimex hemipterus</i>	25, 74, 136	
	Hisopado	Test heces	Presente	Caro	28	
		Análisis de flujo lateral	Experimental	Caro	75	
		PCR	Presente	Caro, falsos positivos	25	
		Detección del raspado de ninfas	Detección por sonidos o infrarrojos	Experimental	Impracticable por coste elevado	86
		Detección de elementos emitidos por chinches	Olfato electrónico	Experimental	Ineficiente, coste elevado	77
		Muestreo del aire interior	GC-MS	Experimental	Impracticable por coste elevado	48

Tabla 1 (continuación)

Tipo	Opción	Método y/o agentes	Estado de utilización ^a	Retos y limitaciones conocidas	Referencias seleccionadas
Químico	Pintado o cepillado	Cloruro de mercurio, queroseno, gasolina, trementina, benceno	Pasado	Riesgo de incendio, altamente tóxico	105
	Spray líquido	Alcohol	Pasado, presente	Riesgo de incendio	105
		Hidrocarburo clorado	Pasado	Resistencia	31, 80, 105
		Organofosforado	Pasado, presente	Resistencia	31, 80
		Carbamato	Pasado, presente	Resistencia	31, 80
		Piretrina, piretroide	Pasado, presente	Resistencia	31, 80
		Neonicotinoide	Presente	Resistencia	31, 80
		Pirroles	Presente	Acción lenta, eficacia variable	23, 80, 83, 143
		Reguladores del crecimiento de insectos	Experimental	Acción lenta	58, 80, 92
		Insecticidas vegetales	Presente	Acción lenta	80
		Mezcla piretroide-neonicotinoide	Presente	Resistencia	23, 29, 56, 81, 107, 140, 141
	Aerosol a presión	Pirroles	Presente	Acción lenta	23, 80, 110
		Piretroide	Presente	Resistencia	5, 80, 131
		Neonicotinoide	Presente	Resistencia	56, 80, 143
		Desecantes inorgánicos y minerales	Presente	Acción lenta	4
		Análogos de hormonas juveniles	Experimental	Acción lenta	92
	Nebulizador de liberación total	Piretroide	Presente	Resistencia, escasa penetración en escondites	69
	Polvo	Arsénico	Pasado	Altamente tóxico	105
		Hidrocarburo clorado	Pasado	Resistencia	129
		Piretrum	Pasado	Resistencia	105
		Piretrina, piretroide	Presente	Resistencia	80
		Desecantes inorgánicos y minerales	Presente	Acción lenta	2,3,4,23,125
		Insecticidas vegetales	Presente	Escaso efecto residual	3
	Funda de colchón	Piretroide (permetrina)	Presente	Resistencia	47, 69, 82
	Tira de resina	Organophosphate (dichlorvos)	Presente	Resistencia	106
	Fumigación	Nafta pesada	Pasado	Tóxico	55
		Velas encendidas sumergidas en azufre	Pasado	El humo daña los muebles	21,105
		Cianuro de hidrógeno	Pasado	Altamente tóxico	18, 61
		Fluoruro de sulfuro	Presente	Problemas logísticos, licencia especial	132
		Bromuro de metilo	Pasado	Agota la capa de ozono	80
		Ozono	Experimental	Tóxico	80
		Insecticidas vegetales	Presente	Solo a pequeña escala	50
		Diclorvos	Pasado, presente	Resistencia	80, 106
	Repelentes	DEET	Experimental	Corto plazo	138
		Picardin	Experimental	Escasa repelencia	138
		Aceite de coco	Experimental	Corto plazo	119
		Triglicéridos de piel humana	Experimental	Corto plazo	147
		Terpenoides	Experimental	Desconocido	51
	Ultrasonidos	Experimental	Desconocido	62	
	Potenciador de lavandería	Enzimas	Presente	Desconocido	No disponible
	Depleción de oxígeno	Eliminar el O2 de una atmosfera	Presente	Lento	43

Tabla 1 (continuación)

Tipo	Opción	Método y/o agentes	Estado de utilización ^a	Retos y limitaciones conocidas	Referencias seleccionadas
Biológico	Spray líquido	<i>Beauveria bassiana</i>	Presente	Se inactiva a temperaturas moderadas	1, 10, 11, 120, 121, 133
Físico	Calor	Fuego	Pasado	Peligroso	105
		Agua caliente	Pasado	Solo en situaciones pequeñas	105
		Vapor	Pasado, presente	Precisa mucho tiempo, no tiene efecto residual	63, 73, 144
		Secado	Presente	Caro, no tiene efecto residual	73, 96
	Frio	Crionita	Presente	Puede desplazar a chinches no afectados	73
		Congeladores	Presente	Precisa mucho tiempo, requiere varios días	73
Mecánico	Trampas	Atrapar con una trampa de mimbre y matar con agua hirviendo	Pasado	Número limitado de capturas	21
		Hojas de judías (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Pasado, experimental	Número limitado de capturas	22, 73, 108, 130
	Retirada física	Desplazamiento usando un alfiler	Pasado	Precisa mucho tiempo	73
		Aspiración	Presente	No los retira en los escondites profundos	40, 73
	Desechar las pertenencias	Retirada de los chinches en las pertenencias	Presente, pasado	Pérdida de pertenencias personales	40, 105
	Barreras	Funda de colchón, bolsas de plástico para las pertenencias	Presente	No previene las infestaciones	137, 142
	Impermeabilización	Sellador elastómero	Presente	No previene las infestaciones	73
Novedades	RNAi	dsRNA contra la vitelogénesis y enzimas clave de la ATPasa	Experimental	Falta de un sistema de suministro viable	12, 60, 93
	Cebos	Fipronil, clotianidina, abamectina, ácido bórico, spinosad, fluralaner	Experimental	Falta de un sistema de suministro viable	116, 122, 123
	Disrupción del microbioma	Antibióticos	Experimental	Falta de un sistema de suministro viable	64, 103
	Insecticidas sistémicos	Ivermectina, moxidectina, ibuprofeno, cafeína, afoxolaner	Experimental	Cuestiones éticas	16, 43, 95, 118, 146
	Inhibidores de la señalización NF-kB	Bacterias entomopatógenicas	Experimental	Desconocido	104

a Pasado y presente se refieren a los métodos utilizados antes y durante el resurgimiento moderno, respectivamente. Experimental se refiere a métodos que no están disponibles comercialmente y sólo se discuten en la literatura.

Abreviaturas: DEET, dietil-m-toluamida; dsRNA, ARN de doble cadena; GC-MR, cromatografía de gases-espectrometría de masas; PCR, reacción en cadena de la polimerasa; RNAi, ARN de interferencia.

4.2. Detección y vigilancia.

La detección precoz de chinches de la cama reduce el riesgo de propagación de la infestación y disminuye los costes de control (40). Un estudio de marcaje-liberación-recaptura demostró que hasta el 5% de *C. lectularius* se propagaba a los apartamentos colindantes en los 14 días siguientes a la liberación (27), lo que demuestra la rápida dispersión de una infestación. Históricamente, las trampas se utilizaban para reducir el número de insectos, más que para vigilarlos (21); hoy, en cambio, se utilizan principalmente para vigilar. Algunas de las primeras trampas eran simplemente trozos de madera con agujeros perforados; sin embargo, el tipo más utilizado era de mimbre (21). Las chinches se arrastraban hasta la trampa durante la noche y después se mataban con agua hirviendo.

El resurgimiento moderno de las chinches de la cama ha llevado al desarrollo de numerosos métodos de detección y vigilancia. Los diversos métodos empleados son encuestas, inspecciones visuales, detección de chinches y monitores y trampas para chinches. Las encuestas consisten en entrevistar a los residentes para preguntarles si sus instalaciones están infestadas de chinches. Por ejemplo, dos estudios revelaron que el 50% (139) y el 62% (25), respectivamente, de los residentes de edad avanzada en viviendas comunitarias no sabían que había chinches en sus instalaciones. Sin embargo, no se han realizado investigaciones similares con otros grupos de edad que podrían presentar diferencias en cuanto a conocimientos, percepción del riesgo y concienciación sobre las infestaciones. La inspección visual es el procedimiento más utilizado por los profesionales del control de plagas. Sin embargo, la eficacia de las inspecciones visuales depende de la experiencia y minuciosidad del inspector (25, 40). Un estudio reveló que sólo el 52% de los apartamentos con actividad de chinches (n = 101) fueron detectados mediante inspecciones visuales exhaustivas realizadas por investigadores con experiencia en el reconocimiento de chinches (139).

Las inspecciones caninas implican el uso de perros adiestrados para reconocer los olores de las chinches. La precisión de los perros depende del perro y del adiestrador y puede llegar a ser del 98% en entornos artificiales (102). Sin embargo, una evaluación sobre el terreno de 11 equipos caninos reveló que la tasa media de detección era sólo del 44%, con una tasa media de falsos positivos del 15% (26). A pesar de estas limitaciones, los perros siguen considerándose útiles para las inspecciones rápidas y a gran escala (25).

Los monitores de chinches pueden ser pasivos, sin señuelo, o activos, con un señuelo como el calor, el CO² o diversos productos semioquímicos (25). El problema de los monitores activos es que requieren la sustitución periódica de consumibles o el uso de energía, lo que aumenta los costes y los hace menos viables para su uso rutinario, especialmente en viviendas de bajos ingresos (43). Las trampas complementadas con CO² capturan muchas más chinches que otras trampas, y el CO² parece ser el atrayente más eficaz disponible (25). Sin embargo, el suministro continuo de CO² plantea un problema logístico y de seguridad. Anderson y sus colegas (6) probaron un dispositivo que producía calor y liberaba CO² y descubrieron que el funcionamiento continuado del dispositivo producía una reducción significativa de *C. lectularius* con el paso del tiempo. Recientemente, se usa la feromona de agregación identificada (59) como señuelo en una trampa para chinches (28). También se han desarrollado varios monitores electrónicos inteligentes que envían una alerta a un dispositivo (teléfono u ordenador) cuando un insecto entra en la unidad. Sin embargo, aún no se ha evaluado científicamente su eficacia.

La mayoría de los monitores de chinches de la cama del mercado son monitores pasivos, normalmente un simple refugio o una trampa de caída (25). Los monitores de refugio se construyen principalmente con cartón ondulado, por el que pueden entrar los chinches, y se inspeccionan de forma intermitente. Las pruebas con trampas de este tipo han sido limitadas, pero un estudio demostró que sólo detectaban el 39% de las infestaciones por *C. lectularius* en apartamentos, frente al 79-89% de las trampas *pitfall* (137). Las trampas de fosa suelen ser estructuras de plástico en forma de plato con un pozo central y un canal exterior. Las trampas son baratas y pueden colocarse en varias posiciones, especialmente debajo de las patas de las camas o cerca de ellas. A diferencia de las inspecciones visuales o caninas, que sólo ofrecen una instantánea en el tiempo, las trampas proporcionan una vigilancia continua. Las trampas de caída son baratas, se han probado ampliamente en viviendas de bajos ingresos y son fiables para detectar infestaciones de bajo nivel de *C. lectularius* (25). La colocación de sólo dos trampas de caída en viviendas de renta baja fue suficiente para detectar el 79% de las infestaciones por *C. lectularius* de las que la dirección de las instalaciones no tenía conocimiento previamente (136).

4.3. Control no químico.

En muchos aspectos, las opciones de control no químico no han cambiado drásticamente a lo largo de los años. En el pasado, estos métodos se utilizaban porque no se disponía de insecticidas. Hoy en día, los métodos no químicos se emplean porque muchos insecticidas son en gran medida ineficaces debido a problemas de resistencia. Las opciones de control no químico incluyen condiciones ambientales extremas, exclusión y eliminación física.

Tanto el calor seco como el vapor son prácticos y eficaces. Una exposición a temperaturas de 45-48°C durante 1 h matará todos los estadios tanto de *C. lectularius* (14, 37, 67) como de *C. hemipterus* (65), y los insectos mueren incluso más rápidamente a temperaturas >60°C (85, 96). Incluso a temperaturas subletales de 35-40°C, la reproducción de las chinches se ve afectada (114). Los primeros usos del calor consistían en utilizar agua hirviendo para matar los insectos de las camas y la ropa de cama (105). La pólvora se aplicaba en las grietas de los muebles y se encendía para destruir las chinches de los refugios, las velas se utilizaban para quemar las chinches de los somieres y los sopletes se aplicaban a los marcos de las camas (105). El vapor se utilizó por primera vez para tratar las chinches a pequeña escala con un aparato parecido a una tetera en 1873 (105). Más tarde, se empezó a vaporizar toda una habitación a 71°C introduciendo vapor de una caldera en el edificio (73). En la década de 1920 se calentaron las habitaciones con vapor de una central de calefacción para eliminar las chinches de 210 habitaciones de una residencia universitaria (63). Antes de la Segunda Guerra Mundial incluso se incendiaron barrios de chabolas para destruir edificios infestados crónicamente (105).

Hoy en día, los tratamientos térmicos se aplican mediante dispositivos manuales, cámaras de calentamiento de distintos tamaños o tratamientos en toda la habitación. En el caso de los vaporizadores manuales, los aparatos baratos son tan eficaces como los caros para tratar debajo de los tejidos o en grietas (144). Los muebles, colchones, maletas, cajas y otros enseres domésticos infestados pueden colocarse y tratarse en una cámara de calor, una tienda aislada, un remolque, una furgoneta o un contenedor de transporte, con el calor suministrado por electricidad o gas propano. La ropa de cama y los tejidos infestados pueden desinfectarse con secadoras de ropa (96). Los tratamientos en habitaciones enteras, que requieren una preparación mínima por parte de los residentes, implican el tratamiento térmico de los

espacios habitados, pero algunos objetos (por ejemplo, latas presurizadas, instrumentos musicales, medicinas, plantas de interior, etc.) pueden resultar dañados por el calor y deben retirarse antes de iniciar el tratamiento (73). Una ventaja de emplear calor es que es menos probable que las chinches desarrollen resistencia al calor que a otros métodos de tratamiento (7). Se ha observado que la exposición subletal al calor reduce la alimentación de las chinches (145) y alarga el periodo de desarrollo de las ninfas (7), aunque el comportamiento de apareamiento y la fecundidad no se ven afectados (145). Las bajas temperaturas también son letales para las chinches, especialmente a temperaturas <17°C durante 2 h (96).

Históricamente, las formas físicas de control incluían el uso de alfileres de sombrero para desalojar a las chinches de sus refugios (73) y la recogida de chinches de los objetos infestados (105). Hoy en día se utiliza mucho la aspiración, que elimina rápidamente las fases de vida libre de los lugares infestados (40, 73), así como las *exuvias*, que pueden albergar ninfas jóvenes (24, 35, 36). La aspiración también puede reducir los alérgenos de insectos asociados a una infestación. La técnica es barata y requiere una formación mínima, pero no mata a los insectos, por lo que la bolsa de vacío debe sellarse adecuadamente antes de desecharla. Agentes biológicos como los hongos entomopatógenos [*Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) y *Metarhizium anisopliae* (Metschn.)] han sido probados contra *C. lectularius* (1, 11, 135). *Metarhizium anisopliae* sólo fue eficaz a humedades muy elevadas (133). Por el contrario, *B. bassiana* se comportó bien con una humedad relativa del 50% (11), lo que condujo a la comercialización de una formulación de pulverización líquida a base de *B. bassiana*. La formulación basada en el hongo fue eficaz tanto contra *C. lectularius* susceptible como resistente a los piretroides (10) y cuando se combinó con otros insecticidas (120, 121). Aún no se ha evaluado el uso de este producto en climas más cálidos, y su rendimiento puede verse afectado por condiciones más calurosas (79).

4.4. Control químico.

Ya en la década de 1730 aparecieron anuncios de productos químicos para tratar las infestaciones de chinches. Uno de ellos era el licor nonpareil (127), que podía derivarse de la madera de Quassia (105). El mercurio mezclado con clara de huevo se recomendó para el control de chinches en 1735 (21), y más tarde se utilizaron otros compuestos de mercurio (105). A mediados del siglo XIX, un producto conocido como *Keating's Powder* (polvo de piretro) se vendía ampliamente para el control de chinches en Europa y Estados Unidos (105). Los compuestos altamente tóxicos como el cloruro de mercurio y el polvo de arsénico se vendieron y utilizaron hasta principios del siglo XX pero estuvieron implicados en varias muertes (105).

Los fumigantes se utilizaban habitualmente a principios del siglo XX. La quema de velas o palos sumergidos en azufre se convirtió en el primer tratamiento fumigante utilizado de forma rutinaria en el control de chinches (21, 105) y era capaz de matar todos los estadios de las chinches. Sin embargo, los vapores de azufre dañaban muchos objetos de uso doméstico (105). La nafta pesada, derivada de la destilación del alquitrán de hulla, se calentaba para formar vapores y mataba eficazmente a las chinches (55), aunque nunca se generalizó su uso, presumiblemente debido a su naturaleza inflamable. El cianuro de hidrógeno, con su excelente capacidad de penetración, se probó por primera vez en 1912 (18) y se convirtió en un fumigante muy utilizado (61), ya que no era inflamable y no afectaba a los enseres domésticos; sin embargo, era altamente letal para los humanos. Para cuando se introdujeron los insecticidas orgánicos sintéticos como el DDT, los ciclodienos y los organofosforados, que se utilizaron con éxito para controlar las chinches a partir de los años 40, la fumigación había caído en desuso por motivos de seguridad.

Durante el resurgimiento moderno de las chinches de la cama, se han evaluado o utilizado al menos 12 clases de insecticidas, incluidos organofosforados, carbamatos, piretroides, neonicotinoides, pirroles, reguladores del crecimiento de insectos (IGR), compuestos minerales y de sílice inorgánico e insecticidas botánicos (80). A pesar de la resistencia generalizada a los piretroides (31), éstos siguen siendo los insecticidas más utilizados contra las chinches de la cama (80). Más recientemente, se han formulado mezclas de piretroides y neonicotinoides para pulverizaciones residuales líquidas y aerosoles, como betaciflutrina+imidacloprid (23, 29, 81, 83, 140, 141), lambdacihalotrina+tiametoxam (29, 81, 83, 141, 143) y bifentrina+acetamiprid (107, 141, 143).

El pirrol clorfenapir está disponible tanto en aerosol líquido como en aerosol presurizado (23, 80, 83, 143), aunque se ha notificado una eficacia variable entre distintos estudios, incluso con la misma formulación (80). Los IGR, cuando se han probado contra *C. lectularius* (58, 92), a menudo han necesitado muchas veces la dosis indicada en la etiqueta para ser eficaces (58). Para ser afectados por los IGR, los estadios inmaduros deben alimentarse de su hospedador antes de mudar, lo que significa que estos productos químicos no reducirán rápidamente una infestación (42). Los insecticidas botánicos son una opción cada vez más popular debido a su percepción de menor riesgo, para la salud humana (3, 124), pero tienen una vida residual corta y un olor picante. Las chinches de la cama evitan el geraniol, el eugenol, el ácido citronélico y el carvacrol (57).

Muchos insecticidas se aplican como aerosoles líquidos contra las chinches, mientras que algunos se presentan en forma de aerosoles presurizados o polvo. Las formulaciones líquidas en aerosol (por ejemplo, suspensiones en cápsulas, concentrados emulsionables, concentrados en suspensión, microemulsiones, microencapsulaciones, gránulos dispersables en agua y polvos humectables) se diluyen en agua y se rocían sobre los insectos o se aplican como residuo tóxico sobre las superficies y en grietas y hendiduras. Estos métodos se han utilizado desde la introducción del DDT en la década de 1940 (80). Los aerosoles presurizados, en un sistema autónomo, son útiles para el tratamiento de grietas y hendiduras y otros huecos estrechos donde se alojan las chinches. El insecticida puede ser un pirrol (23, 110), un piretroide (5, 131), un carbamato (40), un neonicotinoide (56, 143) o un desecante inorgánico (4). Curiosamente, los aerosoles presurizados que contienen piretroides son eficaces contra las chinches resistentes a los piretroides cuando se aplican directamente sobre el insecto, pero proporcionan un control residual deficiente una vez secos sobre una superficie (42). Los nebulizadores de liberación total a base de piretroides que producen partículas en aerosol no son eficaces contra el *C. lectularius* resistente a los piretroides, ya que el insecticida no penetra en los refugios (69).

Casi universalmente en todo el mundo, la fumigación con gases venenosos requiere una licencia especial para su tratamiento (80), a diferencia de otras opciones. Al igual que los tratamientos térmicos, los fumigantes no siempre pueden utilizarse in situ. A menudo es necesario retirar los artículos marcados para la fumigación y realizar el tratamiento en otro lugar, lo que puede imponer limitaciones logísticas y aumentar el coste del control. No obstante, los fumigantes como el fluoruro de sulfuro controlan eficazmente las chinches de las pertenencias personales (132). A menor escala, pueden utilizarse fumigantes derivados de aceites esenciales para desinfectar artículos más pequeños, como aparatos electrónicos (50). Las tiras de resina que contienen diclorvos, un organofosforado volátil, mataron todos los insectos y huevos de *C. lectularius* en evaluaciones de laboratorio cuando se utilizaron solas o en

combinación con calor (106); sin embargo, se ha descrito resistencia al diclorvos (31), y su eficacia puede variar entre cepas de chinches.

Los colchones y forros impregnados con permetrina han resultado ineficaces contra la mayoría de las cepas modernas de *C. lectularius* (47, 70, 82) y *C. hemipterus* (82). Incluso después de una exposición continuada durante una semana o más, muchas cepas de chinches de campo no mostraron ninguna mortalidad (82). Los compuestos inorgánicos y minerales como la tierra de diatomeas (3, 4, 125) y el dióxido de sílice (23, 125) suelen denominarse polvos desecantes debido a su modo de acción desecante. Están disponibles en formulaciones de polvo o aerosol, siendo el dióxido de sílice el que produce la muerte más rápida (125). Los estudios de campo en los que se utilizó CO² (para estimular el movimiento de las chinches) combinado con un polvo desecante demostraron una mayor eficacia que el polvo desecante solo (2).

Por último, se observó que repelentes como la dietil-m-toluamida y la picaridina (138), la dietil-fenil-acetamida y el dimetilftalato (76), o los aceites de menta gatuna (119) proporcionaban una repelencia variable. Más recientemente, los triglicéridos de piel humana impidieron el comportamiento de detención de las chinches en los refugios (51). Sin embargo, es prematuro especular sobre el potencial de este hallazgo en el control de las chinches.

4.5. Protocolos de control de chinches.

En 1730, John Southall elaboró el primer manual de control de chinches del mundo, "*A Treatise of Bugs*" (127), en el que se revisaba su ciclo vital, prevención, inspección y métodos de control. Un documento posterior, "*The bedbug*" (87), elaborado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, ofrecía una visión general de la plaga y de los métodos de control, incluida la fumigación con azufre y el tratamiento térmico. Con el crecimiento de las chinches en los barrios marginales a principios del siglo XX, el Ministerio de Sanidad del Reino Unido elaboró en 1934 un informe exhaustivo sobre la chinche, centrado en su control y en la educación de todas las partes interesadas (91). Posteriormente, el Consejo de Investigación Médica del Reino Unido proporcionó un documento exhaustivo que abarcaba la biología, la prevención, el control no químico e insecticida y las limitaciones de las distintas tecnologías de control (89). Debido a la eficacia sin precedentes del DDT cuando se utilizó por primera vez en la década de 1940 contra la plaga, pronto disminuyó la necesidad de programas educativos sobre chinches.

Al darse cuenta de que los tratamientos fallidos eran responsables del grado de resurgimiento moderno, se hizo imperativo educar a todas las partes interesadas en la gestión de las chinches resistentes a los insecticidas. El primer intento global de ofrecer formación sobre la gestión moderna de las chinches de la cama fue iniciado por la Asociación Australiana de Gestores de Plagas Medioambientales (AEPMA) en 2005. En ese año, la AEPMA elaboró y publicó la primera norma industrial para el control de las chinches de la cama modernas con el fin de mejorar los conocimientos de las partes interesadas, definir las mejores prácticas en la gestión de las chinches de la cama y proteger a todas las partes interesadas contra una gestión deficiente y productos ineficaces contra las chinches de la cama (39). El documento también promovía la GIP, especialmente con opciones de control no químicas, y revisaba las limitaciones de todas las opciones de gestión. Posteriormente se elaboraron y publicaron, ambos en 2010, el Código Europeo de Prácticas para la Gestión de las Chinches de la Cama (13) y las Mejores Prácticas de Gestión de las Chinches de la Asociación Nacional de Gestión de Plagas (98). A finales de la década de 2000, muchos grupos

publicaron independientemente directrices de gestión específicas para determinados entornos, como viviendas de bajos ingresos o alojamientos colectivos (54).

Los protocolos de gestión de chinches de cama son prácticamente inexistentes en los países en desarrollo, y la Organización Mundial de la Salud aún no ha elaborado ninguna norma. En muchos países africanos están aumentando los casos de paludismo, y se cree que en parte se deben a las chinches (34, 66). Los mosquiteros insecticidas de larga duración se utilizan ampliamente en todas las regiones africanas afectadas por la malaria para evitar el contacto entre mosquitos y humanos. Desgraciadamente, las chinches resistentes a los insecticidas están utilizando los mosquiteros como refugio, lo que provoca un menor cumplimiento en el uso de los mosquiteros (34, 66). Existe una necesidad urgente de adaptar los protocolos de gestión de chinches de cama enumerados anteriormente en naciones con recursos limitados.

4.6. Resistencia a los insecticidas.

Desde el primer informe de resistencia al DDT en *C. lectularius* en 1947 (68), ambas especies de chinches se han vuelto resistentes a la mayoría de las principales clases de insecticidas utilizados en su control, como los piretroides, organofosforados, carbamatos, hidrocarburos clorados y neonicotinoides (31), y se ha descrito una menor susceptibilidad al polvo desecante (84). Los mecanismos de resistencia documentados incluyen la resistencia a la penetración, la resistencia metabólica [concretamente a las monooxigenasas del citocromo P450 (P450s), la esterasa y los transportadores de casetes de unión ATP] y la insensibilidad al sitio diana (*kdr*) (31, 109). Recientemente se ha descubierto que la susceptibilidad a los insecticidas en *C. hemipterus* está influida por la presencia de simbiontes bacterianos (126). En la actualidad, no se está llevando a cabo un seguimiento mundial de la resistencia de los chinches. Sin embargo, en todos los lugares en los que se han realizado pruebas con chinches durante los años del resurgimiento moderno, han demostrado resistencia a algún tipo de insecticida (33, 101). Es seguro asumir que las chinches resistentes a los insecticidas están presentes en todo el mundo.

5. GESTIÓN EN UN FUTURO.

Las chinches de la cama pueden ser difíciles de detectar cuando su número es bajo. Desde el inicio del resurgimiento moderno han aparecido en el mercado diversas tecnologías para ayudar a su detección. Los hisopos de las habitaciones pueden someterse a un ensayo de flujo lateral, en el que los antígenos de las chinches se detectan mediante los anticuerpos correspondientes (75). Otras tecnologías menos prácticas incluyen la detección de los primeros estadios midiendo la duración de las señales infrarrojas, la duración de los impulsos sonoros y los niveles de presión sonora (energía) de los impulsos (86); narices electrónicas para detectar compuestos específicos emitidos por insectos (77), como las mezclas de aldehídos de las chinches (35, 36); y muestreo y análisis del aire interior de una habitación infestada mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas para detectar aldehídos de chinches (48). Ninguna de estas técnicas se ha llegado a utilizar de forma rutinaria.

Dada la eficacia limitada de los insecticidas debido a la resistencia y el hecho de que pocos productos químicos nuevos están saliendo al mercado, las opciones de control químico para las chinches de la cama son actualmente limitadas. Esto ha obligado a investigar formulaciones y estrategias químicas alternativas.

Un descubrimiento reciente ha demostrado que algunos aceites esenciales de plantas aumentan la eficacia de la deltametrina al inhibir la actividad del P450 en chinches resistentes a los piretroides (52, 53). Los estudios de campo podrían probar el potencial de una mezcla de aceite esencial y deltametrina contra las poblaciones de chinches resistentes a los piretroides.

También se han investigado métodos sistémicos para controlar las chinches. Los fármacos antiparasitarios ivermectina y moxidectina mataron a *C. lectularius* cuando se administraron por vía sistémica a dosis terapéuticas humanas y causaron efectos subletales, como la reducción de la fecundidad, la inhibición de la muda de las ninfas y la reducción de los movimientos a dosis más bajas (118, 146). Aunque estos fármacos se administran para tratamientos antiparasitarios, la aprobación de su uso sistémico en humanos contra las chinches de la cama podría suponer un reto ético. Tóxicos como el fipronil, la clotianidina, la abamectina, el ácido bórico (122, 123), el spinosad y el fluralaner (116), añadidos a la sangre y administrados mediante un sistema artificial de alimentación por membrana, resultaron letales para *C. lectularius*. El ARN de interferencia (ARNi) puede regular a la baja la expresión génica, y los experimentos con ARNi en *C. lectularius* dieron lugar a una reducción de la fecundidad de las hembras adultas (60, 95) y de la producción y viabilidad de los huevos (12). Los simbiosis de las chinches de la cama proporcionan nutrientes esenciales al insecto, como la vitamina B. Cuando las chinches son alimentadas con antibióticos, estos simbiosis pueden ser eliminados, lo que resulta en un desarrollo más lento de la chinche y una fecundidad reducida (64).

El mayor reto de estos métodos de control sistémico es desarrollar un sistema viable de administración oral. Incluso con la adición de fagoestimulantes como el ATP (111), el reto será conseguir que las chinches se alimenten preferentemente de los cebos y no de los humanos dormidos. Además, como las chinches afectan principalmente a los pobres, para que cualquier nueva tecnología de control sea comercialmente viable, debe ser de bajo coste, poco mantenimiento, fácil de aplicar y eficaz.

Control de Plagas

6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

6.1. Diferencias entre *Cimex lectularius* y *Cimex hemipterus*

Con los avances tecnológicos, los cambios en el diseño de los edificios y los sistemas de control climático, el ambiente interior se está uniformizando progresivamente en todo el mundo desarrollado. En tales regiones, se producirá inevitablemente un aumento del número de localidades en las que se encontrarán ambas especies. En las naciones menos desarrolladas con un control limitado del clima, el calentamiento global puede conducir a una propagación de *C. hemipterus* a climas tradicionalmente más fríos.

La mayoría de los productos de control de chinches se desarrollaron para *C. lectularius*, con la suposición de que también funcionarían con *C. hemipterus*. Sin embargo, se están descubriendo diferencias biológicas entre las especies que tienen implicaciones para la gestión de esta última especie. Un estudio reciente ha demostrado que *C. hemipterus* escapa fácilmente de las trampas que contienen *C. lectularius*, ya que la primera especie tiene más pelos tenaces en su fósula esponjosa, lo que le da más agarre y le permite trepar por superficies lisas (74). ¿Existen otras diferencias fisiológicas y biológicas en *C. hemipterus* que puedan tener implicaciones para los productos o dispositivos utilizados en los programas de gestión contra esta

especie? Del mismo modo, se desconoce si *C. hemipterus* produce diferentes efectos sobre la salud, quizá debido a la existencia de diferentes compuestos antigénicos en la saliva. Se requieren más investigaciones que comparen ambas especies.

6.2. Mejora de los procedimientos de ensayo de insecticidas.

Existe una necesidad urgente de racionalizar los protocolos de ensayo de los productos contra chinches. Muchos fracasos en el control de campo se deben a pruebas inadecuadas durante el periodo de desarrollo del producto. Con la excepción de la OCSPP 810.3900 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos: *Laboratory Product Performance Testing Methods for Bed Bug Pesticide Products* (49), que requiere la evaluación de cepas susceptibles y múltiples cepas recogidas en el campo (79), otros protocolos de ensayo han empleado cepas susceptibles o cepas recogidas en el campo que han sido criadas en el laboratorio durante muchos años, las cuales pueden haber perdido gran parte de su resistencia. Así, un producto que parece prometedor en el laboratorio puede no producir el resultado deseado en el campo. Las diferentes superficies de exposición (36), los tiempos de exposición y los intervalos de evaluación (83) también influyen en los resultados de las pruebas. A diferencia de *C. lectularius*, que tiene varias cepas susceptibles estándar (por ejemplo, Harlan, Monheim), no existe ninguna cepa de *C. hemipterus* susceptible a los insecticidas (30, 32, 34, 81, 83). Sin tal cepa, los estudios de resistencia a insecticidas en *C. hemipterus* seguirán basándose en una cepa susceptible de *C. lectularius* para la comparación.

6.3. Mecanismos de resistencia y estrategias de gestión.

La resistencia generalizada a los insecticidas ha hecho que muchas opciones de control químico sean ineficaces. Esto significa que está justificado un conocimiento más profundo de los mecanismos de resistencia de ambas especies de chinches, especialmente la menos estudiada *C. hemipterus*. Hasta la fecha no se han detectado mecanismos como la resistencia conductual, los receptores GABA insensibles que confieren resistencia a la dieldrina y el fipronil, y la alteración del receptor nicotínico de acetilcolina que confiere resistencia a los neonicotinoides (31). La investigación de la evolución de los mecanismos de resistencia en poblaciones de chinches de campo en zonas con estrategias de gestión de la resistencia como la rotación y las mezclas puede arrojar luz sobre la viabilidad de las estrategias de control químico a largo plazo. También es necesario un seguimiento continuo de la resistencia para determinar si las chinches se están haciendo resistentes a otras clases de insecticidas.

6.4. El grado y los costes reales del resurgimiento mundial.

Como se ha señalado anteriormente, existe una escasez de información epidemiológica detallada sobre el resurgimiento de las chinches de la cama, ya que la mayoría de los informes publicados son anecdóticos, y no hay información sobre las diferencias en las tasas de infestación entre *C. hemipterus* y *C. lectularius* (79). Del mismo modo, aún no se ha determinado una cuantificación económica exacta del resurgimiento, aunque se cree que las chinches de la cama cuestan miles de millones de dólares anuales a la economía mundial (46). Estos factores limitan las justificaciones para la financiación de la investigación, por lo que existe una necesidad urgente de datos en ambos frentes. Esto significa que el problema mundial de las chinches de la cama se está abordando en gran medida mediante la educación de las partes interesadas y a través de normas industriales que promueven las mejores prácticas en la gestión de las chinches de la

cama (79). Si no se investigan opciones de control más eficaces, es probable que las chinches sigan asolando a la humanidad durante años.

RESUMEN:

1. El resurgimiento moderno de las chinches de la cama implica a *Cimex lectularius* (chinche común) y *Cimex hemipterus* (chinche tropical), que muestran una resistencia generalizada a los insecticidas.
2. Las primeras opciones de control de chinches de cama eran limitadas y consistían principalmente en la prevención (inspecciones, muebles con refugios mínimos); el control no químico (tratamientos térmicos) y el control químico con compuestos altamente tóxicos, incluidos los fumigantes.
3. La detección y el control modernos de chinches comprenden las entrevistas, inspecciones visuales, perros y monitores de chinches (trampas activas y pasivas).
4. Las opciones de control no químico son la aspiración, las temperaturas extremas (congelación, calor seco y vapor), la exclusión y los hongos entomopatógenos.
5. Se han utilizado o probado al menos 12 clases de insecticidas contra las chinches de la cama en diversas formulaciones, incluidos aerosoles líquidos, aerosoles presurizados, forros de colchón impregnados, polvos desecantes, fumigantes (incluidas tiras de resina) y repelentes.
6. La resistencia a los insecticidas tanto en *C. lectularius* como en *C. hemipterus* se debe al menos a tres mecanismos de resistencia conocidos: resistencia a la penetración, resistencia metabólica (citocromo P450s, esterasas y transportadores de casetes de unión ATP) e insensibilidad al sitio diana (kdr y acetilcolinesterasas alteradas). En *C. hemipterus* se ha descrito una menor susceptibilidad a los insecticidas mediada por simbiosis.
7. Los nuevos métodos de control, como el ARN de interferencia, los cebos tóxicos y los toxicantes sistémicos, muestran un potencial futuro, pero en la actualidad carecen de sistemas de administración viables, de bajo coste y eficaces.
8. Entre las futuras líneas de investigación importantes se incluyen el factor o factores que subyacen al resurgimiento moderno de chinches de la cama, las repercusiones económicas del resurgimiento, las diferencias biológicas entre *C. lectularius* y *C. hemipterus*, las mejoras en los procedimientos de ensayo de insecticidas, los mecanismos de resistencia y las estrategias de gestión de la resistencia.

BIBLIOGRAFIA CITADA:

1. AakA,HageM,RukkeBA.2018.Insectpathogenicfungiandbedbugs:behaviour,horizontaltansfer and the potential contribution to IPM solutions. *J. Pest Sci.* 91:823–35
2. AakA,RolighetenE,RukkeBA,BirkemoeT.2017.DessicantdustandtheuseofCO2gasasamobility stimulant for bed bugs: a potential control solution? *J. Pest Sci.* 90:249–59
3. AkhtarY,IsmanMB.2013.Horizontaltransferofdiatomaceousearthandbotanicalinsecticidesinthe common bed bug, *Cimex lectularius* L.; Hemiptera: Cimicidae. *PLOS ONE* 8:e75626
4. Akhtar Y, Isman MB. 2016. Efficacy of diatomaceous earth and a DE-aerosol formulation against the common bed bug, *Cimex lectularius* Linnaeus in the laboratory. *J. Pest Sci.* 89:1013–21
5. AndersonJF,CowlesRS.2012.Susceptibilityof*Cimexlectularius*(Hemiptera:Cimicidae)topyrethroid insecticides and to insecticidal dusts with or without pyrethroid insecticides. *J. Econ. Entomol.* 105:1789– 95
6. AndersonJF,FerrandinoFJ,McKnightS,NolenJ,MillerJ.2009.Acarbondioxide,heatandchemical lure trap for the bedbug, *Cimex lectularius*. *Med. Vet. Entomol.* 23:99–105
7. AshbrookAR,ScharfME,BennettGW,GondhalekarAD.2019.Bedbugs(*Cimexlectularius*L.)exhibit limited ability to develop heat resistance. *PLOS ONE* 14:e02111677
8. AshcroftR,SekoY,ChanLF,DereJ,KimJ,McKenzieK.2015.Thementalhealthimpactofbedbug infestations: a scoping review. *Int. J. Public Health* 60:827–37
9. BalvinO,SasinkovaM,MartinuJ,NazarizadehM,BubovaT,etal.2021.Earlyevidenceofestablishment of the tropical bedbug (*Cimex hemipterus*) in Central Europe. *Med. Vet. Entomol.* 35:462–67
10. Barbarin AM, Bellicanta GS, Osborne JA, Schal C, Jenkins NE. 2017. Susceptibility of insecticide- resistant bed bugs (*Cimex lectularius*) to infection by fungal biopesticide. *Pest Manag. Sci.* 73:1568–73
11. BarbarinAM,JenkinsNE,RajotteEG,ThomasMB.2012.Apreliminaryevaluationofthepotentialof Beauveria bassiana for bed bug control. *J. Invertebr. Pathol.* 111:82–85
12. Basnet S, Kamble ST. 2018. RNAi-mediated knockdown of vATPase subunits affects survival and reproduction of bed bugs (Hemiptera: Cimicidae). *J. Med. Entomol.* 55:540–46
13. BedBugFound.2011.EuropeanCodeofPracticeforBedbugManagement.Tidenham,UK:BedBugFound
14. BenoitJB,Lopez-MartinezG,TeetsNM,PhillipsSA,DenlingerDL.2009.Responsesofthebedbug, *Cimex lectularius*, to temperature extremes and dehydration: levels of tolerance, rapid cold hardening, and expression of heat shock proteins. *Med. Vet. Entomol.* 23:418–25
15. BerengerJ-M,Plouot-SigwaltD.2017.Occurrenceofthetropicalbedbug*Cimexhemipterus*(Fabricius 1803), in France (Hemiptera: Heteroptera: Cimicidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.* 122:423–27
16. Beugnet F, Rautenbach C, van der Mescht L, Lebon W, Aouiche N, Liebenberg J. 2021. Insecticidal efficacy of afoxolaner against bedbugs, *Cimex lectularius*, when administered orally to dogs. *Parasite* 28:7
17. BirchardK.1998.BedbugsbitinginBritain:Onlyrarelyusedpesticidesareeffective.*Med.Post*34:55
18. BlacklockB.1912.Ontheresistanceof*Cimexlectularius*tovariousreagents,powders,liquids,andgases. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 6:415–28
19. BoaseC.2001.Bedbugs—backfromthebrink.*Pestic.Outlook*12:159–62
20. Booth W, Saenz VL, Santangelo RG, Wang CL, Schal C, Vargo EL. 2012. Molecular markers reveal infestation dynamics of the bed bug (Hemiptera: Cimicidae) within apartment buildings. *J. Med. Entomol.* 49:535–46
21. BoyntonLOJ.1965.Thebed-bugandthe‘AgeofElegance’.*Furnit.Hist.*1:15–31
22. BustamanteJ,PanzarinoJF,RupertTJ,LoudonC.2017.Forcestopiercecuticleoftarsianmaterial properties determined by nanoindentation: the Achilles’ heel of bed bugs. *Biol. Open* 6:1541–51
23. ChoED,CampbellK.2014.Effectoffeedingstatusonmortalityresponseofadultbedbugs(Hemiptera: Cimicidae) to some insecticide products. *J. Econ. Entomol.* 107:1206–15
24. Choe DH, Park H, Vo C, Knyshov A. 2016. Chemically mediated arrestment of the bed bug, *Cimex lectularius*, by volatiles associated with exuviae of conspecifics. *PLOS ONE* 11:e0159520

25. CooperR,WangC.2018.Detectionandmonitoring.SeeReference45,pp.241–55
26. Cooper R, Wang C, Singh N. 2014. Accuracy of trained canines for detecting bed bugs (Hemiptera: Cimicidae). J. Econ. Entomol. 107:2171–81
27. CooperR,WangC,SinghN.2016.Mark-release-recapturerevealsextensivemovementofbed bugs (Cimex lectularius L.) within and between apartments. PLOS ONE 10:e0136462
28. CrawleySE,BordenJH.2021.Detectionandmonitoringofbedbugs(Hemiptera:Cimicidae):review of the underlying science, existing products and future prospects. Pest Manag. Sci. 77:5334–46
29. Dang K, Doggett SL, Lee CY. 2022. Performance of pyrethroid-neonicotinoid mixture formulations against field-collected strains of the tropical bed bug (Hemiptera: Cimicidae) on different substrates. Econ. Entomol. <https://doi.org/10.1093/jee/toac068>
30. Dang K, Doggett SL, Leong XY, Singham GV, Lee CY. 2021. Multiple mechanisms conferring broad-spectrum insecticide resistance in the tropical bed bug (Hemiptera: Cimicidae). J. Econ. Entomol. 114:2473–84
31. Dang K, Doggett SL, Singham GV, Lee CY. 2017. Insecticide resistance and resistance mechanisms in bed bugs, Cimex spp. (Hemiptera: Cimicidae). Parasit. Vect. 10:318
32. DangK,SinghamGV,DoggettSL,LillyDG,LeeCY.2017.Effectsofdifferentsurfacesandinsecticide carriers on insecticide bioassays against bed bugs, Cimex spp. (Hemiptera: Cimicidae). J. Econ. Entomol. 110:558–66
33. DangK,ToiCS,LillyDG,LeeCY,NaylorR,etal.2015.Identificationofputativekdrmutationsin the tropical bed bug, Cimex hemipterus (Hemiptera: Cimicidae). Pest Manag. Sci. 71:1015–20
34. DekuG,CombeyR,DoggettSL.2021.Assessmentoftropicalbedbug(Hemiptera:Cimicidae), infestations in Cape Coast, Ghana: household control practices and efficacy of commercial insecticides and long-lasting insecticidal nets against field bed bugs. J. Med. Entomol. 58:1788– 97
35. DeryM,ArriolaK,LeeCY,ChoeDH.2020.Ontogenesisofaldehydepheromonesintwosynanthropic bed bug species (Heteroptera: Cimicidae). Insects 11:759

Traducción libre no autorizada por MICROSERVICES.

MARZO 2023

· Control de Plagas ·