

¿Son realmente útiles los repelentes de insectos?

Are insect's repellents really useful?

Gabriela Ramírez-Galván,¹ Carolina Guadalupe Palacios-López²

Resumen

La mayor parte de las enfermedades infecciosas emergentes son transmitidas por mosquitos y no pueden prevenirse mediante la vacunación; sin embargo, la aplicación de repelentes es una medida de protección para evitar las picaduras. Se revisaron en la bibliografía los factores implicados en la atracción de mosquitos hacia el ser humano, así como las características morfológicas del mosquito que intervienen en el mecanismo de acción de los repelentes; describimos los principales repelentes disponibles en México, el patrón de referencia es el DEET (N-dietil-3-metilbenzamida), así como las recomendaciones para su prescripción en niños y en adultos. La tiamina (vitamina B1) se ha considerado útil como repelente; sin embargo, no se han realizado ensayos clínicos controlados que permitan valorar su eficacia.

PALABRAS CLAVE: Repelentes; insectos; mosquito.

Abstract

Most emerging infectious diseases are transmitted through mosquito-bites and cannot be prevented by vaccinations; however, the use of repellents is a measure to avoid being bitten. This review focuses on the factors involved in the attraction of mosquitoes to the human being, as well as the morphological characteristics of the mosquito related to the mechanism of action of repellents; we describe the main repellents available in Mexico, being DEET (N-diethyl-3-methylbenzamide) the gold standard. We suggest recommendations for their prescription for both children and adults. Thiamine (vitamin B1) has been considered useful; however, there are no controlled clinical trials to assess its effectiveness.

KEYWORDS: Repellents; Insects; Mosquito.

¹ Pediatra, práctica privada.

² Dermatóloga pediatra, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México.

Recibido: agosto 2018

Aceptado: octubre 2018

Correspondencia

Carolina Guadalupe Palacios López
caroderma@yahoo.com.mx

Este artículo debe citarse como

Ramírez-Galván G, Palacios-López CG. ¿Son realmente útiles los repelentes de insectos? Dermatol Rev Mex. 2019 marzo-abril;63(2):160-173.

ANTECEDENTES

Hoy día, la mayor parte de las enfermedades infecciosas emergentes son transmitidas por mosquitos y no pueden prevenirse mediante la vacunación; sin embargo, la aplicación de repelentes es una medida de protección para evitar ser picado.¹

Los primeros componentes que se usaron para este propósito fueron de origen vegetal, como el aceite de citronela.² Herodoto informó los primeros usos de sustancias de olor fuerte en la piel entre los antiguos egipcios para mantener alejados a los insectos y según Plinio, los romanos usaron extractos de galbano (*Ferula gummosa*), ciprés y granadas como repelentes.²

El 3 de septiembre de 1929 Moore y Buc recibieron la patente de Estados Unidos por el primer repelente de insectos sintético (núm. 1.727.305) el dimetil 1,2-bencenodioxilato, también conocido como DMP, originalmente desarrollado como solvente. Posteriormente, en 1937, se introdujo la indalona, seguida del Rutgers 612 (etil hexanodiol), en 1939. La aplicación de repelentes sintéticos comenzó a avanzar después de 1939, durante la segunda Guerra Mundial.² Sin embargo, éstos fueron opacados por el desarrollo de DEET en 1946, que finalmente resultó ser el referente para los repelentes de artrópodos. El DEET se registró y se introdujo en el mercado en 1957 para uso público. Desde entonces, DEET sigue siendo el repelente de insectos más popular por su amplio espectro de repelencia.³

En los últimos años, el uso de repelentes ha cobrado mayor relevancia, porque en muchos países, incluido México, han aumentado las enfermedades transmitidas por vector, como: dengue, chikungunya y la enfermedad por virus Zika, que son transmitidas por el mosquito *Aedes* y pueden ser mortales. Las especies de mosquito

que afectan con más frecuencia al ser humano son: *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* y *Culex*.

Sólo los mosquitos hembra pican, porque requieren sangre para producir huevos, los machos se alimentan de néctar de flores; por lo general, se alimentan cada tres a cuatro días una sola vez. Ciertas especies de mosquitos se alimentan en el crepúsculo o en la noche; otros prefieren el día (**Cuadro 1**).⁴

Susceptibilidad de las personas para ser picados por un mosquito

¿Por qué los mosquitos pican más a algunas personas que a otras? Los factores implicados en la atracción de mosquitos a un humano son complejos y aún no se comprenden completamente. Los mosquitos usan estímulos visuales, térmicos y olfativos, estos últimos son los más importantes para localizar un huésped.³

Los mosquitos hembra pueden localizar visualmente los objetivos a 50 a 100 metros de distancia debido a los movimientos y colores del huésped.³ Para los mosquitos que se alimentan durante el día, el movimiento del huésped y el uso de ropa oscura pueden iniciar la orientación hacia una persona, particularmente en distancias largas, mientras que los estímulos olfatorios se vuelven más importantes cuando un mosquito se acerca a su huésped.⁴

Cuadro 1. Tipos de mosquitos, virus que transmiten y horas del día en que pican

Tipo de mosquito	Virus que transmiten	Hábitos de picadura
<i>Aedes aegypti</i> , <i>Aedes albopictus</i>	Chikungunya, dengue, Zika	Primeras horas del día, puede picar al anochecer
<i>Culex</i>	Virus del oeste del Nilo	Al amanecer, al atardecer, no pica de noche

Un requisito para la atracción del mosquito es que el atrayente olfativo sea lo suficientemente volátil para distancias cortas (menos de 3 m) y largas (hasta 60 m).⁴

El olor de la piel es una mezcla de cientos de sustancias volátiles derivadas del sebo, el sudor y la acción bacteriana de la microflora cutánea, como *Corynebacteria* y *Malassezia (Pityrosporum)*.³ El dióxido de carbono, espirado y evaporado por la piel, junto con ácido láctico, 1-octen-3-ol y amoniaco, actúan como atrayente aéreo de largo alcance, hasta 36 metros.⁴

El mosquito *Anopheles gambiae* se siente muy atraído por el sudor humano y es más probable que pique en la región del tobillo y el pie. *Aedes* muestra preferencia por picar en la cara, se cree que se debe a la espiración del dióxido de carbono a través de la nariz y la boca.³ Se ha demostrado que los mosquitos tienden a centrarse en los olores de los pies; resultado de los ácidos producidos por bacterias. Además, se demostró que el sudor incubado era más atractivo que el sudor fresco.⁵

En un artículo publicado en el año 2000 por Lindsay y colaboradores se observó que las mujeres embarazadas atraen el doble de carga de mosquitos *Anopheles gambiae* que las mujeres no embarazadas; probablemente por el aumento del CO₂ exhalado a partir de la semana 28 de la gestación, por el aumento en el flujo sanguíneo cutáneo que incrementa la temperatura superficial, lo que provoca mayor liberación de sustancias volátiles de la superficie de la piel produciendo una señal olfativa más amplia.⁶

Los mosquitos podrían evitar a las personas heridas, enfermas o desnutridas porque proporcionan una comida de peor calidad que las personas sanas.⁷ Algunas sustancias, como la 6-metil-5-hepten-2-ona producto del estrés podrían afectar la atracción de los mosquitos a un huésped determinado.⁸

Lacroix y su grupo demostraron en 2005 que los niños infectados con *Plasmodium falciparum* en fase transmisible atraen más mosquitos *Anopheles gambiae* que los niños no infectados o los infectados con la etapa asexual (no infecciosa).⁹

El olor del humano se asocia con péptidos derivados del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH) y sus metabolitos en la piel; podría haber correlación directa de los genes del CMH y la atracción de los mosquitos, aunque esto no se ha probado.⁸

Logan y colaboradores estudiaron la asociación de la atracción de los mosquitos con edad, género, estado reproductivo y constitución física sin encontrar resultados significativos; sin embargo, la muestra utilizada en este estudio fue pequeña.⁸ Se requieren estudios de mejor calidad para evidenciar la posible asociación de atracción de los mosquitos con esos factores.

Las fragancias florales de perfumes, jabones, lociones y productos para el cuidado del cabello también pueden atraer a los mosquitos.⁴

Anatomía del mosquito

Las neuronas olfatorias se localizan en las antenas y los palpos maxilares en estructuras capilares llamadas *sensilla*, cada *sensillum* aloja entre 1 y 50 neuronas, la cutícula de las *sensilla* está perforada, a través de los poros, los odorantes se disuelven en el fluido linfático que rodea a las neuronas olfativas.¹⁰ Como se muestra en la **Figura 1**, en las *sensilla*, ubicadas en la labella del mosquito, pueden identificarse tres neuronas olfativas. La neurona A, caracterizada por el mayor potencial de acción que responde al CO₂; la neurona B, que genera potenciales de acción de tamaño medio, no tiene un estímulo efectivo conocido, y la neurona C, con el menor potencial de acción, que responde a octenol (1-octen-3-ol).¹¹

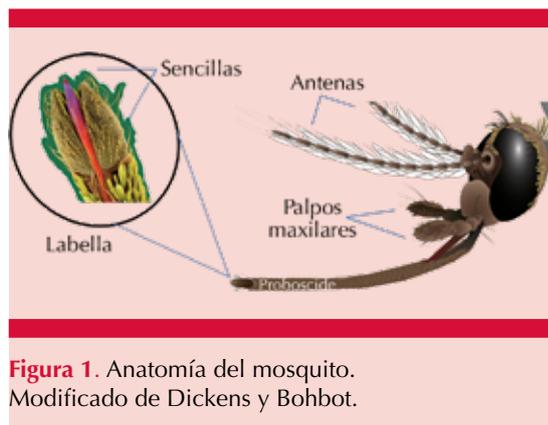


Figura 1. Anatomía del mosquito. Modificado de Dickens y Bohbot.

En estas neuronas se encuentran receptores odoríferos especializados, que se componen por dos subunidades; una subunidad variable de detección de olores (ORx) y un correceptor obligado y constante (Orco); formando la unidad ORx-Orco, en el que se encuentra un sitio ortostérico altamente específico para las señales biológicas, como el octenol, que activa canales iónicos regulados por ligandos heteroméricos (**Figura 2**).¹¹

Existen otros factores en la linfa del *sensillum* olfativo que intervienen en la atracción del insecto, como las proteínas de unión a odoríferos, que pueden influir en la solubilidad de los olores, las

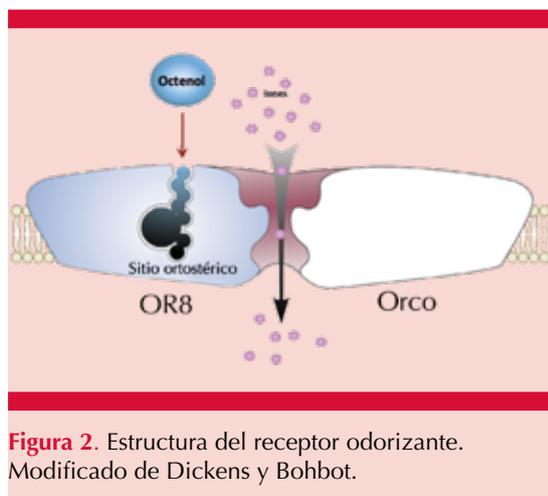


Figura 2. Estructura del receptor odorizante. Modificado de Dickens y Bohbot.

proteínas de membrana neuronal sensorial y las enzimas degradadoras del odorífero.¹¹

¿Qué es un repelente?

Un repelente de insectos se define como un agente químico u orgánico que provoca una atmósfera nociva para los insectos, evitando su contacto a 4 cm de la piel; también pueden tener efecto insecticida.¹

El repelente ideal debe ser efectivo, seguro y agradable para aplicar en niños, adultos y durante el embarazo; sin dañar la piel o la ropa.¹

Propiedades ideales de los repelentes de insectos:¹

1. Eficacia contra una amplia gama de artrópodos (pulgas, moscas, mosquitos, garrapatas).
2. Aplicación en la piel sin efectos adversos.
3. Seguro para la ropa.
4. Capacidad de aplicarse junto con filtro solar.
5. Inodoro.
6. No dejar residuos de grasa en la piel.
7. Resistente al sudor o al lavado.
8. Seguro para los plásticos (gafas, relojes, tapicería).
9. Químicamente estable.
10. Precio razonable.
11. No tóxico.
12. Duración adecuada.

¿Cómo actúan los repelentes de insectos?

Existen escasos estudios que explican el mecanismo de acción del repelente en el mosquito,

el más estudiado es el DEET, a partir de cuyos estudios se formulan distintas teorías.¹¹

1. DEET enmascara la respuesta de los receptores odoríferos, disminuyendo su sensibilidad al ácido láctico (componente del sudor humano) y al propionato de etilo.¹¹
2. Boeckh y colaboradores mostraron que DEET activó receptores odoríferos específicos en *Aedes aegypti*, por lo que se infiere que esta activación envía un mensaje al sistema nervioso central que contrarresta la percepción de atrayentes por otras neuronas. Igualmente DEET activó un receptor odorífero específico en la larva de *Anopheles gambiae* proporcionando apoyo adicional para esta teoría.¹²
3. DEET secuestra un atrayente. Syed y Leal mostraron que cuando se lanzó DEET con octenol, la cantidad de octenol liberado se redujo. Este efecto condujo a menor respuesta en *A. aegypti*. También mostraron que el DEET aplicado a la piel cambió el perfil químico de los volátiles que se liberan, disminuyendo la atracción.¹³
4. DEET estimula neuronas gustativas sensibles a compuestos amargos que son aversivos. Lee y colaboradores demostraron que DEET altera el comportamiento de alimentación de la mosca *Drosophila melanogaster*. Las neuronas gustativas alojadas en el *sensillum* de la mosca respondieron al DEET y a otros agentes de disuasión amargos, como la quinina. Se determinó que estos efectos están mediados por interacciones directas entre DEET y varios receptores gustativos.¹⁴
5. DEET modula la respuesta de los receptores odoríferos a sus ligandos, estimulando o inhibiendo la sensibilidad a los atrayentes, lo que resulta en desorientación del insecto.¹¹

6. La citronella interactúa con el correceptor olfativo Orco y los canales TRPA1 en *A. gambiae* y *D. melanogaster* para mediar la repelencia.¹¹

Regulaciones para el uso del repelente de insectos

En Estados Unidos, la Dirección de Alimentos y Fármacos (FDA) prueba y aprueba repelentes de insectos tópicos para aplicación y seguridad en la población y mujeres embarazadas, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) aprueba insecticidas para su uso bajo la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas. Muchos insecticidas, como los carbamatos y organofosforados, están aprobados por la EPA para uso en el exterior, pero no para uso en interiores. Los únicos insecticidas aprobados para uso en interiores son los piretroides.¹ En México, no existe regulación de estos productos porque se consideran de uso cosmético; sin embargo, la Secretaría de Salud hace algunas recomendaciones generales en cuanto al uso de repelentes, como:

- Usa repelentes aprobados por la EPA, siguiendo las recomendaciones que aparecen en el empaque del producto.
- No se recomienda usar repelente en menores de dos meses, ni en piel irritada.
- Se debe aplicar el producto primero en las manos del adulto y posteriormente se aplica en la piel de los niños.
- Primero aplica bloqueador solar y posteriormente el repelente (**Figura 3**).

La FDA recomienda aplicar protector solar antes del uso de cualquier repelente. La FDA no ha aprobado formulaciones que combinan repelentes de insectos con protectores solares porque cada uno tiene distinto tiempo de duración.¹

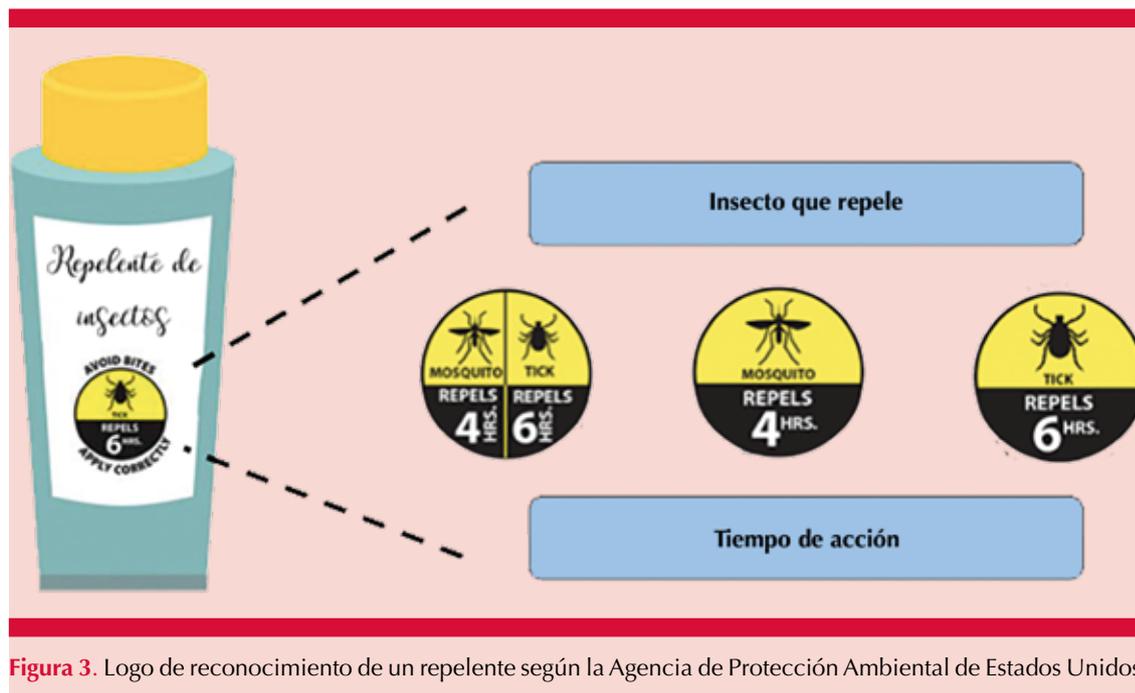


Figura 3. Logo de reconocimiento de un repelente según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

Antes de seleccionar un repelente de insectos debe considerarse el ingrediente activo, su concentración, duración y protección.¹⁵

Factores que influyen en la efectividad de los repelentes:

- Fórmula del producto, porque tiene espectro de acción específico.
- Concentración y tiempo de duración del repelente.
- Hora y lugar donde nos encontremos, debido a que la cantidad de insectos puede variar.
- Características del usuario; las actividades intensas están asociadas con altos niveles de evaporación del repelente, igual que los lavados o el sudor.¹⁵

La EPA propone la implementación de un gráfico para el reconocimiento de los repelentes; este gráfico está destinado a ayudar a los consumi-

dores a identificar fácilmente el tipo de plaga que se espera que repela el producto y la cantidad de tiempo que el repelente será efectivo. El uso del gráfico por parte de los fabricantes es voluntario.¹⁶

Ingredientes

Los repelentes de insectos pueden dividirse en dos clases de químicos básicos:¹ a) productos químicos sintéticos (DEET, picaridin e IR3535); b) aceites derivados de plantas y sintéticos (permetrina, aceite de eucalipto de limón y aceite de citronela).

Productos químicos sintéticos

DEET (nombre IUPAC: *N,N*-diethyl-3-metilbenzamida). Podemos encontrarlo en concentraciones de 5-100%. Las concentraciones de DEET en el intervalo de 10 a 35% proporcionan protección adecuada contra las picaduras de insectos. La Academia Americana de Pediatría recomienda

concentraciones menores a 33% para niños, la concentración máxima en adultos es de 50%; por arriba de la que se han observado reacciones como fitofotodermatitis.¹

Se ha demostrado mayor duración de protección contra las especies de mosquitos *Culex* y *Anopheles*.¹

Las formulaciones a base de crema de 33% de DEET y 10-20% de picaridin proporcionan protección eficaz contra las picaduras de garrapatas durante periodos de 12 horas.¹⁷

No daña la ropa de algodón, lana o nailon, pero puede dañar rayón, *spandex* y cuero, así como disolver tapicería de plástico y vinilo.¹

La aplicación repetida de capas pesadas de DEET altera el ciclo de la urea hepática, fundamental para desintoxicar el amoníaco que se produce del catabolismo proteico de la dieta, lo que produce letargo, dolor de cabeza, confusión, desorientación, ataxia, temblores, convulsiones, encefalopatía y psicosis. El DEET está contraindicado en pacientes con trastornos en el ciclo de la urea y en pacientes con deficiencia de ornitina transcarbamilasa (OTD), trastorno más común del ciclo de la urea hepática.¹

Según la CDC, DEET es seguro para niños y bebés mayores de dos meses;¹⁸ DEET puede cruzar la placenta, por lo que se clasifica como sustancia de la categoría B de la FDA.¹

Picaridin (KBR 3023, nombre IUPAC: ácido 1-piperidincarboxílico 2-(2-hidroxietil)-1-metilpropilester/ Icardin en Europa). El mecanismo exacto de acción de picaridin se desconoce. Se desarrolló en el decenio de 1990 en Europa por el laboratorio Bayer y ofrece varias ventajas inmediatas sobre DEET, incluida la falta de olor, la sensación no pegajosa o grasosa, ausencia de daños en la ropa o los plásticos¹ y

acción mas duradera, ya que se evapora más lentamente en la piel.¹⁹

Está disponible en concentraciones de 5 a 20%. El uso recomendado varía de 5 a 10% para protección a corto plazo (de 3 a 5 h) y 20% para periodos más largos de incluso 10 horas.¹⁹

Es eficaz contra mosquitos, moscas, ácaros y garrapatas.¹

Los fabricantes no recomiendan aplicar picaridin a menores de dos años.¹ Según la Academia Americana de Pediatría, las formulaciones de picaridin a concentraciones de 5-10% pueden usarse en niños como alternativa al DEET.¹⁸

IR3535 (nombre IUPAC: Ethyl 3-[acetyl(butyl) amino]propanoate). Fue desarrollado por Merck, su estructura química se basa en una sustancia natural llamada beta-alanina, es inodoro y transparente.¹⁹

El efecto repelente se observa a concentraciones superiores a 10%, se encuentra en concentraciones de 10 a 30%. Protege contra los mosquitos *Aedes* y *Culex* durante 7 a 10 horas y contra *Anopheles* durante 3 a 4 horas;¹⁹ ha demostrado eficacia contra las moscas negras transmisoras de oncocercosis y mosquitos transmisores de leishmaniasis en áreas endémicas hasta por 8.8 horas.¹ Es categoría B de embarazo de la FDA.¹

Aceites derivados de plantas y sintéticos

Piretroides/permetrina (nombre IUPAC: 3-phenoxybenzyl [1RS]- cis, trans-3-[2, 2-dichlorovinyl]-2, 2-dimethyl-cyclo-pro-pane-carboxylate). Es el único insecticida aprobado para uso en interiores.¹⁹ Los piretroides son compuestos sintéticos derivados de las piretrinas, sustancias de origen natural, derivados de flores de crisantemo trituradas y secas.¹

Estas sustancias se consideran insecticidas.¹ Su mecanismo de acción es a través de la excitación inicial del sistema nervioso del insecto por bloqueadores de canales de sodio seguido por la inhibición de la acetilcolinesterasa y parálisis,²⁰ por lo que requiere contacto directo con insectos para ser efectivo.¹

Su uso se sugirió por primera vez en el decenio de 1970 para tratar la vestimenta militar,¹⁹ se comercializó a partir de 1973.¹ La toxicidad por permetrina se ligó al síndrome de la guerra del Golfo en los soldados estadounidenses en 1999.²¹

Los productos que contienen permetrina pueden usarse en alimentos, cultivos, ganado y mascotas, en espacios abiertos, en edificios, restaurantes y en la ropa a 0.5%. Cuando se aplican a ropa, mosquiteros, tiendas de campaña y sacos de dormir proporcionan protección de alto nivel contra mosquitos, moscas, pulgas, flebótomos y garrapatas, especialmente cuando se combina con repelentes tópicos.¹

Se ha informado neurotoxicidad caracterizada por ataxia, hiperactividad, hipertermia, convulsiones y parálisis después de la ingestión del líquido.

Es categoría B de embarazo de la FDA.¹ Las personas que son alérgicas al crisantemo deben evitar su uso.¹

Repelentes naturales

Las plantas tienen un mecanismo de defensa contra insectos basado en la producción de metabolitos secundarios: los terpenoides y los fenoles.¹⁹

En el grupo de los terpenoides se encuentran los monoterpenos, presentes en muchos aceites esenciales, y los sesquiterpenos, activos contra

mosquitos y artrópodos, al enmascarar los odoríferos atrayentes de insectos.¹⁹

Los fenoles, entre los que se encuentran los flavonoides, tienen función insecticida y repelente.¹⁹

Los aceites esenciales más utilizados son el aceite esencial de eucalipto de limón (*Corymbia citiodora*) y citronela (*Cymbopogon* sp). Las limitaciones de estos aceites esenciales están relacionadas con el corto tiempo de acción, algunos usuarios se quejan del fuerte olor característico de la planta, la aplicación de estos aceites directamente en la piel puede causar fitofotodermatitis.¹⁹

Citronela (nombre IUPAC: 3, 7-dimethyloct-6-en-1-al). El aceite de citronela es un repelente natural de insectos, es un destilado de dos variedades de pasto, de color amarillo a marrón y tiene olor herbáceo-floral. La composición exacta del aceite de citronela varía según el pasto.²² Los componentes principales son los monoterpenos: citronelal, citronelol, geraniol, citral, α -pineno y limoneno que son repelentes comparables con DEET.¹⁹ El aceite de citronela también se encuentra comúnmente en los alimentos y bebidas como un agente aromatizante.²² El ejército indio utilizó citronela para repeler mosquitos a principios del siglo XX y posteriormente se registró para uso comercial en Estados Unidos en 1948.²³

Está disponible en lociones, aceites y velas en concentraciones de 0.5 a 20%. Se ha descrito que las velas de citronela reducen la tasa de mordidas en un máximo de 42%, con duración de hasta 2 horas.¹ En la actualidad, el aceite de citronela nanoemulsionado libera lentamente los componentes del aceite esencial aumentando el tiempo de acción del repelente.²³ Es ineficaz contra moscas, pulgas y garrapatas.¹

Si los monoterpenos entran al medio ambiente, se espera que una parte se convierta en vapor;

una vez que los vapores están en el aire, se descomponen en horas, con periodos de semi-desintegración que varían entre 38 minutos y 3 horas. La citronela y el geraniol son fácilmente degradados por microbios.²²

El aceite de citronela no es tóxico para las aves, es ligeramente tóxico para los peces y otros organismos acuáticos.²²

El aceite de citronela puede ser levemente irritante para la piel y los ojos, por lo que se indica aplicar en la ropa. También puede causar alergias en la piel en algunas personas con exposición prolongada o frecuente. Si se come, las personas pueden toser o experimentar irritación en la garganta, se elimina a través de la orina.²²

En la actualidad se encuentra en la lista de plaguicidas de riesgo mínimo de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).²²

PDM aceite de eucalipto de limón (nombre IUPAC: 1,3,3-Trimetil-2-oxabicyclo[2,2,2]octano). El PMD es el componente principal del subproducto obtenido por la destilación de las hojas del árbol de chicle australiano con aroma a limón, *Corymbia citriodora*, que pertenece a la familia de las mirtáceas. El aceite esencial de *C. citriodora* también contiene monoterpenos como la citronela, citronelol, geraniol, isopulegol y delta pineno. En China, el PMD se conoce como *quwenling*, que significa “repelente eficaz de mosquitos”.³

Fue descubierto en el decenio de 1960 durante el cribado masivo de plantas utilizadas en la medicina tradicional china. El aceite esencial de eucalipto de limón, que contiene 85% de citronela, fue utilizado por las industrias cosméticas debido a su olor fresco; sin embargo, se descubrió que el destilado que quedaba después de la destilación hidráulica era mucho más eficaz para repeler los mosquitos que el aceite esencial en

sí mismo.²⁴ Está disponible en concentraciones de 10 a 40%, con duración de 4 a 6 horas; tiene baja volatilidad.³

Ofrece mejor protección contra garrapatas que DEET, reduciendo hasta 77% la fijación y alimentación sanguínea;²⁴ igualmente ofrece mejor eficacia contra *Anopheles*.¹

La FDA recomienda que el PMD no se aplique a niños menores de tres años de edad. Su aplicación directa en la piel puede causar fitofotodermatitis y dermatitis de contacto.¹

Vitamina B

Tomar un suplemento diario de vitamina B es una indicación o remedio casero común que pretende reducir los ataques de los mosquitos.²⁵

Un estudio de 2005 hecho por Ives y colaboradores que probó la eficacia de la vitamina B contra la picadura del mosquito *Anopheles stephensi* concluyó que la vitamina B no es efectiva contra las picaduras de mosquito.²⁵

Existen estudios que afirman que la vitamina B no es efectiva contra las picaduras de mosquitos; sin embargo, los estudios que abordan directamente esta cuestión están limitados por pequeños tamaños de muestra.²⁶

DISCUSIÓN

Los repelentes son útiles porque disminuyen el riesgo de contraer enfermedades graves transmitidas por vector. Los estudios de investigación en repelentes son escasos, porque los modelos de investigación son difíciles y costosos de realizar, lo que impide el desarrollo de nuevos repelentes que se acerquen más al ideal.

Tomando en cuenta el costo-beneficio de su uso, es conveniente conocer todos los repelentes que

Cuadro 2. Repelentes disponibles en México (continúa en la siguiente página)

Repelente	Aplicación en mujeres embarazadas y niños	Tipo de artrópodo	Efectos adversos	Marca comercial	Fórmula y presentación	Horas de protección	Costo aproximado en México, 2018 (pesos)
DEET	FDA B Seguro durante el segundo y tercer trimestres del embarazo y durante la lactancia. Puede aplicarse en niños mayores de 2 meses	Aedes + Anopheles ++ Culex +++ Garrapatas + Moscas y mosquitos ++	Neurotoxicidad, contraindicado en pacientes con trastornos en el ciclo de la urea. Puede dañar plástico y algunas prendas de tela sintética	OFF Family atomizador	5% (177 mL)		63
				Off kids Crema	7.5% (90 g)	2 h	80
				OFF Family Crema	7.5% (200 mL)		63
				OFF Family Aerosol	15% (170 g)	6 h	63
				OFF extra duración Aerosol	25% (170 mL)	8 h	88
				OFF Defense atomizador	25% (177 mL)	8 h	76
				OFF Defense aerosol	25% (170 g)	9 h	72
				Cutter aerosol	7% (222 mL)	2 h	60
Picaridin	FDA B No se recomienda su aplicación en el embarazo ni en lactancia. Aplicación en niños mayores de 2 años	Aedes + Anopheles ++ Culex +++ Garrapatas ++ Moscas y mosquitos +++ Amblyomma americanum +++ hasta 12 horas	Irritación de la piel				
IR3535	FDA B No se recomienda su aplicación en el embarazo ni en la lactancia. Aplicación en niños mayores de 2 años	Anopheles ++ Culex +++ Garrapatas ++ Moscas y mosquitos +++	Irritación en los ojos. Puede dañar el plástico y la ropa	Johnsons baby loción antimosquito	12.5% (100 mL)	3 h	77
Permetrina	FDA B No se recomienda su aplicación en el embarazo ni lactancia	Aedes + Anopheles +++ Culex +++ Garrapatas +++ Moscas y mosquitos +++	Ataxia, hiperactividad, hipertermia, convulsiones y parálisis				

Cuadro 2. Repelentes disponibles en México (continuación)

Repelente	Aplicación en mujeres embarazadas y niños	Tipo de artrópodo	Efectos adversos	Marca comercial	Fórmula y presentación	Horas de protección	Costo aproximado en México, 2018 (pesos)
Citronela		<i>Anopheles</i> +	Irritación ocular, piel y alergias	Bye, bye	(120 mL)		70
		<i>Culex</i> +		Citrus MAX	(60 mL)	6 h	20
		Garrapatas 0		Babyleaf natural	(200 mL)	2 h	119
		Moscas y mosquitos 0		Anti Bug aerosol organic outdoor	3.4% (58 mL)		174
				Anti Bug aerosol organic indoor	3.4% (58 mL)		252
				Repelente de insectos de Farmacias del Ahorro crema	(90 g)		38
				Repelente de insectos de Farmacias del Ahorro aerosol	(60 mL)		38
PDM	FDA B No se recomienda su aplicación en el embarazo ni en la lactancia. Aplicar en mayores de 3 años	<i>Anopheles</i> +++ <i>Culex</i> +++ Garrapatas +++ Moscas y mosquitos +++	Irrita la piel en pacientes atópicos	BYE BITES aerosol	(130 mL)		75

0: ninguna; +: mínima; ++: moderada; +++: máxima.

existen en el mercado, tanto sintéticos como naturales.

La prescripción de un repelente debe fundamentarse en el conocimiento de su mecanismo de acción, modo de aplicación, concentración adecuada para niños y adultos, efectos adversos a usuarios y al medio ambiente, porque muchos

de éstos son insecticidas, por tanto, su indicación debe individualizarse.

En México la regulación de las etiquetas de los repelentes no es muy estricta, lo que favorece confusión en los usuarios y en los médicos. Es importante tener cuidado sobre todo con los repelentes de origen natural, como la citronela,

que está disponible en diversas presentaciones, sin mención de la concentración ni la formulación exacta, lo que lleva a los usuarios a tener falsas expectativas acerca de su protección y a que ocurran reacciones de fitofotodermatitis y dermatitis por contacto. Las pulseras a base de citronela, limoncillo y geraniol sólo tienen efecto local y se consideran inefectivas.

Existen algunos repelentes con utilidad dudosa, como la vitamina B₁, de la que no se han realizado ensayos clínicos controlados que permitan valorar su eficacia.

CONCLUSIONES

El patrón de referencia de los repelentes sintéticos es el DEET, por su bajo costo, disponibilidad y su eficacia contra las especies de mosquitos más comunes responsables de la transmisión del dengue, chikungunya y zika; su eficacia es directamente proporcional a su concentración. En México no se encuentran concentraciones mayores a 25%, en concentraciones menores debe considerarse la reaplicación frecuente debido a que a mayor concentración aumentan las horas de protección.

Del conocimiento del comportamiento de los mosquitos surgen otros métodos para evitar ser picado en interiores, como el uso de pabellones en la cama, redes en puertas y ventanas, las velas de citronela e incluso la misma planta de citronela.

Recomendaciones generales para el uso de los repelentes:

- a. Aplicar por separado el filtro solar y el repelente.
- b. Aplicar primero el protector solar y después el repelente.
- c. En los niños es preferible utilizar el repelente en la ropa.

- d. Atender las indicaciones en las etiquetas de los repelentes.
- e. Para quien prescribe el repelente: verificar en fuentes científicas el tiempo de acción y concentración del repelente que vaya a indicar, no siempre coincide con lo indicado en la etiqueta.
- f. Utilizar medidas de protección físicas (pabellones, redes, etc.).
- g. Suspender la aplicación y lavar el área ante reacciones adversas al repelente.

REFERENCIAS

1. Diaz JH. Chemical and plant-based insect repellents: Efficacy, safety, and toxicity. *Wilderness Environ Med* 2016;27(1):153-163. doi:10.1016/j.wem.2015.11.007.
2. Nentwig G. Use of repellents as prophylactic agents. *Parasitol Res* 2003;90 Supp 1:S40-8. doi:10.1007/s00436-002-0755-8.
3. Islam J, Zaman K, Duarah S, Raju PS, Chattopadhyay P. Mosquito repellents: An insight into the chronological perspectives and novel discoveries. *Acta Trop* 2017;167(2):216-230. doi:10.1016/j.actatropica.2016.12.031.
4. Fradin MS. Mosquitoes and mosquito repellents: a clinician's guide. *Ann Intern Med* 1998;128(11):931-940. doi:10.7326/0003-4819-128-11-199806010-00013.
5. Bernier UR, Kline DL, Barnard DR, Schreck CE, Yost RA. Analysis of human skin emanations by gas chromatography/mass spectrometry. 2. Identification of volatile compounds that are candidate attractants for the yellow fever mosquito (*Aedes aegypti*). *Anal Chem* 2000;72(4):747-756. doi:10.1021/ac990963k.
6. Lindsay S, Ansell J, Selman C, Cox V, Hamilton K, Walraven G. Effect of pregnancy on exposure to malaria mosquitoes. *Lancet* 2000;355(9219):1972. doi:10.1016/S0140-6736(00)02334-5.
7. Kelly DW. Why are some people bitten more than others? *Trends Parasitol* 2001;17(12):578-581. doi:10.1016/S1471-4922(01)02116-X.
8. Logan JG. Why do mosquitoes "choose" to bite some people more than others? *Outlooks Pest Manag* 2008;19(6):280-283. doi:10.1564/19dec14.
9. Lacroix R, Mukabana WR, Gouagna LC, Koella JC. Malaria infection increases attractiveness of humans to mosquitoes. *PLoS Biol* 2005;3(9):1590-1593. doi:10.1371/journal.pbio.0030298.
10. Pellegrino M. Structure-Function Analysis of. 2011. http://digitalcommons.rockefeller.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1150&context=student_theses_and_dissertations.

11. Dickens JC, Bohbot JD. Mini review: Mode of action of mosquito repellents. *Pestic Biochem Physiol* 2013;106(3):149-155. doi:10.1016/j.pestbp.2013.02.006.
12. Boeckh J, Breer H, Geier MM, Hoever F, et al. Acylated 1,3-aminopropanols as repellents against bloodsucking arthropods. *Pest Sci* 1996;48:359-373.
13. Syed A, Leal WS. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET. *Proc Natl Acad Sci USA* 2008;105:13598-13603.
14. Lee Y, Kim SH, Montell C. Avoiding DEET through insect gustatory receptors. *Neuron* 2010;67:555-561.
15. Alpern JD, Dunlop SJ, Dolan BJ, Stauffer WM, Boulware DR. Personal Protection Measures Against Mosquitoes, Ticks, and Other Arthropods. *Med Clin North Am* 2016;100(2):303-316. doi:10.1016/j.mcna.2015.08.019.
16. Insect FS, Producers R. Repellency Awareness Guidance 2013;(730):1-18. <http://www.epa.gov/pesticides/insect/guidance-repel-awareness-9-2013.pdf>.
17. Carroll JF, Benante JP, Klun JA, et al. Twelve-hour duration testing of cream formulations of three repellents against *Amblyomma americanum*. *Med Vet Entomol* 2008;22(2):144-151. doi:10.1111/j.1365-2915.2008.00721.x.
18. Ready G. Insect Repellents. 1946;316(7):7-9. doi:10.1001/jama.2016.10042.
19. Tavares M, da Silva MRM, de Oliveira de Siqueira LB, et al. Trends in insect repellent formulations: A review. *Int J Pharm* 2018;539(1-2):190-209. doi:10.1016/j.ijpharm.2018.01.046.
20. Katz TM, Miller JH, Hebert AA. Insect repellents: Historical perspectives and new developments. doi:10.1016/j.jaad.2007.10.005.
21. Plapp FW. Permethrin and the Gulf war syndrome. *Arch Environ Health* 1999;54(5):312. doi:10.1080/00039899909602492.
22. NPIC-National Pesticide Information Center. Oil of citronella. 2013:1-3. <http://npic.orst.edu/factsheets/citronella.pdf>.
23. Maia MF, Moore SJ. Plant-based insect repellents: A review of their efficacy, development and testing. *Malar J* 2011;10(suppl. 1):1-14. doi:10.1186/1475-2875-10-S1-S11.
24. Trigg JK, Hill N. Laboratory evaluation of a eucalyptus-based repellent against four biting arthropods. *Phyther Res* 1996;10(4):313-316. doi:10.1002/(SICI)1099-1573(199606)10:4<313::AID-PTR854>3.0.CO;2-O.
25. Ives AR, Paskewitz SM. Testing vitamin B as a home remedy against mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc* 2005;10121213(212). <http://www.bioone.org/doi/full/10.2987/8756-971X%282005%2921%5B213%3ATV BAAH>.
26. Fradin MS, Day JF. Comparative Efficacy of Insect Repellents against Mosquito Bites. *N Engl J Med* 2002;347(1):13-18. doi:10.1056/NEJMoa011699.

EVALUACIÓN

1. ¿Cuál fue el primer repelente sintético que se creó?
 - a) citronela
 - b) DEET
 - c) DPM
 - d) indalona
2. Los mosquitos transmisores de enfermedades en México son:
 - a) *Aedes aegypti*
 - b) *Aedes albopictus*
 - c) *Culex*
 - d) todos los anteriores
3. *Aedes aegypti* tiende a picar más:
 - a) las primeras horas del día
 - b) al anochecer
 - c) al atardecer
 - d) A y B son correctas
4. ¿Cuáles son las señales más importantes para el mosquito?
 - a) visuales
 - b) térmicas
 - c) olfativas
 - d) todas son correctas
5. ¿Qué es un repelente?
 - a) agente químico u orgánico que provoca una atmósfera nociva para los insectos, evitando su contacto a 4 cm de la piel

- b) un insecticida
 - c) agente químico que provoca una atmósfera nociva para los insectos
 - d) agente orgánico que provoca una atmósfera nociva para los insectos
6. Se considera el patrón de referencia de los repelentes
- a) IR3535
 - b) citronela
 - c) DEET
 - d) permetrina
7. Un repelente seguro para niños y bebés mayores de dos meses es:
- a) vitamina B
 - b) IR3535
 - c) DEET
 - d) permetrina
8. ¿Cuál es el efecto adverso más común de los repelentes naturales?
- a) letargo
 - b) fitofotodermatitis
 - c) cefalea
 - d) encefalopatía
9. ¿Cómo indicaría un protector solar a un paciente que va a utilizar un repelente?
- a) mezclarlo y aplicarlo
 - b) aplicar el protector solar antes del repelente
 - c) aplicar el protector solar después del repelente
 - d) no se recomienda utilizar un protector solar si se va a aplicar un repelente
10. ¿Cuál es el mecanismo de acción del DEET?
- a) enmascara la respuesta de los receptores odoríferos de los mosquitos
 - b) no se conoce su mecanismo de acción
 - c) actúa a nivel de los canales TRPA1
 - d) destruye las terminaciones nerviosas del mosquito

El Consejo Mexicano de Dermatología, A.C. otorgará dos puntos con validez para la recertificación a quienes envíen correctamente contestadas las evaluaciones que aparecen en cada número de *Dermatología Revista Mexicana*.

El lector deberá enviar todas las evaluaciones de 2019 a la siguiente dirección electrónica: articulos@nietoeditores.com.mx

Fecha límite de recepción de evaluaciones: 15 de enero de 2020