Descargado el: 8-11-2026 ISSN 1727-897X

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Control biológico, excelente alternativa en la lucha contra los vectores transmisores de arbovirosis

Biological control, an excellent alternative in the fight against arbovirus transmitting vectors

Aliuska Tamayo Verdecia[1] Lizette Rodríguez Fernández[1] Miriela Roque Fernández[1] Marta María Capote Padilla[1] Caridad Gianicet Díaz Hernández[1] Dainiel Paz Bermúdez[1]

[1] Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, Cuba

Cómo citar este artículo:
Tamayo-Verdecia A, Rodríguez-Fernández L, Roque-Fernández M, Capote-Padilla M, Díaz-Hernández C, Paz-Bermúdez D. Control biológico, excelente alternativa en la lucha contra los vectores transmisores de arbovirosis. **Medisur** [revista en Internet]. 2024 [citado 2026 Nov 8]; 22(5):[aprox. 9 p.]. Disponible en: https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/45234

Resumen

Las arbovirosis constituyen un reto importante para la salud pública mundial, debido a que originan epidemias de gran magnitud en cuanto a incidencia y mortalidad. La presente revisión se realizó con el objetivo de profundizar sobre el control biológico de las especies de mosquitos que transmiten las arbovirosis y las alternativas para su control. Para ello se efectuó una revisión bibliográfica de artículos, reportes, documentos de web, disponibles en repositorios del portal Infomed y Google académico, en idioma inglés y español, publicados desde el año 2010 al 2023 y artículos indexados en bases de datos como: SciELO, PubMed, Medline y Redalyc. Fueron revisados 74 artículos; de ellos 30 resultaron relacionados con el tema a desarrollar. En la revisión se exponen experiencias acerca de controladores biológicos como los Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti); B. sphaericus, la bacteria Wolbachia, los peces larvívoros, el uso de nemátodos, hongos y la aplicación de la técnica de esterilización de insectos. Se concluye que existe una necesidad de ampliar los conocimientos y el uso de los controladores biológicos, como alternativa del control integrado de vectores que brinde efecto permanente, sin crear resistencia, siendo, además, una opción económica, sostenible y de fácil acceso en la prevención y control de enfermedades de trasmisión vectorial.

Palabras clave: control biológico de vectores, infección por arbovirus

Abstract

Arboviruses constitute an important challenge for global public health, because they cause epidemics of great magnitude in terms of incidence and mortality. This review was carried out for delving into the biological control of mosquito species that transmit arboviruses and the alternatives for their control. For this, a bibliographic review of articles, reports, web documents, available in repositories of the Infomed web site and Google Academic, in English and Spanish, published from 2010 to 2023 and articles indexed in databases such as: SciELO, PubMed, Medline and Redalyc. 74 articles were reviewed, of which 30 were related to the topic to be developed. The review presents experiences about biological controllers such as Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti); B. sphaericus, Wolbachia bacteria, larvivorous fish, the use of nematodes, fungi and the application of the insect sterilization technique. It is concluded that there is a need to expand the knowledge and use of biological controllers, as an alternative to integrated vector control that provides permanent effect, without creating resistance, and is also an economical, sustainable and easily accessible option in prevention. and control of vector-borne diseases.

Key words: pest control, biological, arbovirus infections

Aprobado: 2024-07-14 14:29:41

Correspondencia: Aliuska Tamayo Verdecia. Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Cuba. aliuskat-ucmcfg@infomed.sld.cu

Introducción

Las arbovirosis son un grupo de enfermedades causadas por diversos virus, los cuales se transmiten a los humanos mediante la picadura de insectos conocidos como vectores. Desde el punto de vista de la salud pública, las arbovirosis representan un reto complejo, en especial para las zonas urbanas, pues se requiere un enfoque multidisciplinario para su prevención y control.[1]

En los últimos años, la Región de las Américas ha demostrado tener condiciones muy favorables para la introducción y propagación de infecciones virales transmitidas por artrópodos (arbovirosis). A pesar de que el dengue ha estado en circulación durante más de 400 años, el número de casos reportados desde el año 2000 aumentó de una manera sin precedentes, con la circulación de los cuatro serotipos, notificándose en el 2019, según datos de la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial (OPS/OMS), 19,6 millones de casos de dengue, en los que se incluyen más de 800 000 casos graves y más de 10 000 muertes. A pesar de la disminución en 23 % de la tasa de letalidad de dengue en los últimos seis años (de 0,069 % a 0,053 %), el riesgo de padecer dengue grave y de que la enfermedad evolucione hasta la muerte sigue planteando un serio problema de salud pública en las Américas.[2]

El continente americano se ha visto particularmente afectado por la aparición de otros arbovirus, como el chikungunya y el virus del zika, aunque el dengue continúa siendo la enfermedad arboviral más prevalente en las Américas. Desde principios de 2023, se han registrado brotes de dengue de magnitud considerable en la Región de las Américas, y se han notificado cerca de tres millones de casos sospechosos y confirmados en un periodo de ese año, cifra que supera los 2,8 millones de casos registrados a lo largo de 2022. De todos los casos notificados hasta el 1 de julio de 2023 (2 997 097 casos), el 45 % se confirmó mediante pruebas de laboratorio y el 0,13 % se clasificó como dengue grave. El mayor número de casos registrado en 2023 corresponde al Brasil, el Perú y Bolivia. Además, en el mismo periodo se notificaron 1 302 muertes en la región, lo que supone una tasa de letalidad del 0,04 %.[2,3]

Durante el año 2022, varios países de la región registraron incrementos en el número de casos de dengue, zika y chikungunya, por encima de lo notificado en el año 2021. Durante los primeros meses del 2023, se registraron brotes de chikungunya y de dengue de magnitud importante en América del Sur. Ante el inicio de la temporada de mayor transmisión de dengue en América Central y el Caribe, OPS/OMS recomiendan a los estados miembros que revisen y ajusten sus planes de preparación y respuesta para enfrentar posibles brotes de dengue y otras arbovirosis con el fin de evitar muertes y complicaciones por estas enfermedades.[4]

En el caso de Cuba un total de nueve provincias fueron afectadas por la transmisión de dengue durante el año 2021, sin embargo, a partir del mes de septiembre, se redujeron en un 29,3 % los casos de dengue con respecto al 2020. Esta situación epidemiológica estuvo sustentada en los elevados índices de infestación por *Aedes aegypti*, los cuales desde el año 2007, han mantenido una tendencia creciente, aunque el país se mantiene libre de zika desde 2019 y de chikungunya desde 2017.[5]

El mosquito *Aedes aegypti* es el principal vector de estas enfermedades y ha logrado, a pesar de los esfuerzos realizados para su control, una rápida expansión geográfica en virtud de las condiciones favorables para su desarrollo. La aparición y diseminación de los arbovirus dependen de la presencia y abundancia de los vectores, que a su vez se relaciona con los factores sociales, económicos y ambientales.[6]

En la actualidad la situación epidemiológica se torna extremadamente compleja e inestable respecto a las enfermedades transmitidas por arbovirus, debido a la circulación simultánea del dengue, zika y chicungunya. Ante la ausencia de vacunas eficaces para las arbovirosis transmitidas por el vector *Aedes aegypti y Aedes albopictus*, el control integrado de vectores resulta la mejor opción en la lucha sanitaria para ser aplicada prioritariamente sobre estos insectos, en su estado inmaduro (huevo, larva, pupa) y poder disminuir la densidad poblacional del mismo. Los países están conscientes de que solo con un abordaje integral y multidisciplinario se puede hacer frente a esta compleja situación.[7]

En epidemias por arbovirosis, se ha aplicado el control químico como primera elección con el uso de insecticidas a gran escala que actúan interrumpiendo el ciclo del vector, el uso continuo de los mismos ha generado poblaciones de vectores resistentes, este hecho dificulta los programas de control y abre la necesidad de buscar alternativas para disminuir la presión

selectiva efectuada en las poblaciones del vector, siendo una alternativa eficaz el control biológico.[7]

En Cuba se ha empleado esta alternativa en el control del *Aedes aegypti* como el principal vector transmisor de arbovirosis; sin embargo, no ha sido suficiente y sistemático este proceder. A nivel internacional se han descrito técnicas más novedosas que han tenido éxito en el control de este vector y que podrían ser de utilidad en el actual contexto del país.

Todo lo anterior motivó la realización de esta revisión que persigue como objetivo profundizar sobre el control biológico de las especies de mosquitos que transmiten las arbovirosis y las alternativas para su control, para enriquecer el conocimiento al respecto y estimular su utilización en las acciones de lucha antivectorial que se realizan.

Desarrollo

Se presenta una revisión bibliográfica de artículos, reportes, documentos de web, disponibles en repositorios del portal Infomed y Google académico, en idioma inglés y español, publicados desde el año 2010 al 2023 y artículos indexados en bases de datos como: SciELO, PubMed, Medline y Redalyc. Fueron revisados 74 artículos, de ellos 30 resultaron relacionados con el tema a desarrollar.

En la revisión se exponen evidencias de la experiencia del uso de controladores biológicos como los *Bacillus thuringiensis var israelensis* (Bti); *B. sphaericus*, peces larvívoros, uso de nemátodos y hongos, dentro de los métodos más utilizados. Como novedad científica se expone la introducción de la bacteria *Wolbachia* y la técnica de esterilización de insectos.

Los autores consideran que a partir del incremento de la incidencia de arbovirosis y ante la resistencia al uso de plaguicidas y sus consecuencias dañinas a la salud humana y al medio ambiente, se hace necesario adquirir todo el conocimiento posible acerca de métodos biológicos novedosos, así como ampliar la preparación del personal de salud, para su aplicación en la práctica preventiva y de control.

El control biológico como método de control de plagas consiste en utilizar organismos vivos con el objetivo de controlar las poblaciones de otros seres vivos. Se define como una actividad en la que se manipulan una serie de enemigos naturales, los que pueden ser otros insectos benéficos como depredadores y parasitoides, microorganismos como bacterias, virus y hongos o extractos de plantas que cumplen con funciones alelopáticas.[8,9]

Ventajas y desventajas en la aplicación del control biológico

Es un medio de control integrado, que brinda un efecto permanente, considerado como uno de los mecanismos más importantes para la protección fitosanitaria; ya que los enemigos naturales no afectan a otros insectos benignos por su poco o ningún efecto nocivo o colateral hacia otros organismos, incluyendo al hombre; la resistencia de los insectos al control biológico es muy rara. Como otras ventajas se describe que es una alternativa sostenible, económica y de fácil acceso, donde la relación costo/beneficio es muy favorable; evita plagas secundarias y no existen riesgos de intoxicaciones.[9]

Entre los inconvenientes que se presentan para la utilización de este método es que se requieren mayores conocimientos de la biología de los organismos, del ecosistema, sus relaciones y ciclos de vida, por tanto, demanda un manejo más complejo; con mayor seguimiento de la aplicación; es menos rápido y drástico que el control químico, siendo empleado a largo término, con frecuencia permanente. Hay que tener un mayor cuidado con el almacenamiento y transporte de los enemigos naturales.[9]

Uso de la bacteria *Wolbachia*

A partir de una estrategia de control biológico, implementada por investigadores de la Universidad de Monash, en Australia, con el fin de erradicar la transmisión del dengue en zonas endémicas del planeta, se realizaron los primeros estudios, mediante la introducción de la bacteria *Wolbachia*, en poblaciones silvestres de mosquitos. Para ello se efectuó la liberación periódica en el medio ambiente de mosquitos infectados, hasta que la bacteria se fije en las poblaciones naturales; un mes posterior a su liberación, más del 90 % de los mosquitos nativos portaban *Wolbachia,* lo que demostró que esta bacteria puede ser introducida de forma sencilla en la naturaleza. Esta estrategia ha sido aplicada además en países como Brasil, Colombia, Vietnam, Indonesia e India.[10]

La *Wolbachia* es una bacteria del género endosimbiontes, gram negativas, pertenecientes

al orden *Rickettsiales,* que participan en diversas relaciones simbióticas con varios organismos, principalmente artrópodos y nemátodos. Este género de bacterias fue identificado por primera vez en el ovario del mosquito *Culex pipiens,* en 1920. La misma presenta un gran potencial como agente controlador de enfermedades vectoriales, debido a varias características que la hacen única. Primeramente, es quizá una de las bacterias endosimbiontes más comunes en el mundo. Se estima que está presente en el 60 % de las especies de insectos. Es capaz de inhibir la replicación viral, lo cual ocasiona la reducción de la transmisión del virus del dengue a través del mosquito, lo que realiza compitiendo por espacio y nutrientes que podría ocupar el virus, o estimulando el sistema inmune del mosquito, de manera que produzca ciertos péptidos antimicrobianos que inhiben la replicación viral.

El mosquito *Aedes aegypti* no porta a la *Wolbachia* de manera natural, pero los embriones de sus huevos pueden ser infectados mediante microinyecciones. Existen 2 cepas de *Wolbachia* que han sido introducidas a los mosquitos *Aedes aegypti*, *WMel* y *WMelPop*, cada una con diferentes mecanismos en la reducción de la transmisión viral, pero con la capacidad de conferir protección ante la infección del virus del dengue.[10]

Estudios realizados en Colombia demostraron que *Wolbachia* bloquea de forma efectiva la transmisión potencial del virus del chikungunya(CHIKV) en *A. aegypti.* Mosquitos infectados con *Wolbachia* pueden ser usados de forma simultánea para controlar DENV y CHIKV. Asimismo, la cepa *wMel* ha conferido protección contra el CHIKV y la fiebre amarilla en *A. aegypti*.[10]

En Medellín, Colombia, se ha empleado la cepa *wMel* de *Wolbachia* en mosquitos infectados, y se ha reportado que estos han reducido la competencia del virus zika. Este método redujo las infecciones de dengue entre un 90 y 95 % en la ciudad de Medellín y dos municipios cercanos entre 2019 y 2022. Por lo tanto, estos resultados apoyan el uso de *Wolbachia* como una estrategia contra las infecciones virales transmitidas por *A. aegypti*.[10]

El método *Wolbachia* es una iniciativa del *World Mosquito Program* (WMP) que se aplica en 12 países, tres de ellos en América Latina. En Brasil, por ejemplo, que es el país con más casos de dengue del mundo, se propone el montaje de una biofábrica, capaz de producir cinco mil millones de mosquitos por año portadores de *Wolbachia*, incapaces de ser vectores de arbovirosis.

Este método puede ser aplicado tanto al macho como a la hembra del mosquito. Si el macho está infectado, no es capaz de fertilizar los huevos de las hembras, que no producen mosquitos. Se llama incompatibilidad citoplasmática. Si la hembra tiene la bacteria, su descendencia también la tendrá y eso evitará que transmitan los virus al picar, por tanto dejan de actuar como vectores, considerándose el método *Wolbachia* como una alternativa viable para América Latina en el control de los arbovirus.[11]

Uso de nemátodos

En el 2005, se comprobó el efecto patogénico de tres nemátodos (*R. culicivorax*, *Romanomermis iyengari* y *Strelkovimermis spiculatus*) sobre larvas de *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio y se recomendó su uso en depósitos artificiales no útiles, que permanezcan con agua por un tiempo. El uso de nematodos en estudios de laboratorio demostró mayor infestación en *Cx. quinquefasciatus* comparado con *Ae. aegypti;* se utilizó el parásito *Romanomermis culicivorax* y se demostró que las larvas de segundo estadio de *Ae. aegypti* fueron más susceptibles a la infestación por *R. culicivorax* que las larvas de primer y tercer estadio.[12]

Los nemátodos entomopatógenos son excelentes agentes de control biológico de plagas. Tradicionalmente, se han aplicado para el control de artrópodos (insectos y ácaros) que desarrollan su ciclo biológico total o parcialmente en el suelo, o en hábitat crípticos como grietas y galerías. Sin embargo, el desarrollo de novedosas formulaciones para su aplicación aérea nos brinda nuevas oportunidades de uso frente a otros organismos.[13]

Las potencialidades de estos nemátodos como agentes de biocontrol contra un amplio rango de especies de mosquitos se han demostrado en varias partes del mundo. En Cuba la eficacia de *R. iyengari* y *S. spiculatus* también se ha evaluado contra larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, *Culex nigripalpus Theobald*, *Aedes aegypti, Anopheles albimanus* Wiedeman, y *Uranotaenia sapphirina ,* tanto en condiciones de laboratorio como en criaderos naturales.[14]

Uso de hongos[15]

Los hongos como la *Leptolegnia chapmanii* (Seymour), denominados oomicetos(‘hongo huevo’), conocidos comúnmente como hongos acuáticos o pseudohongos han evolucionado de forma tal que en la actualidad se encuentran ampliamente distribuidos, habitando diversos ambientes terrestres y acuáticos. Este microorganismo se encontró por primera vez durante los años 70 del siglo XX, en larvas del mosquito *Aedes triseriatus* (Say) y en larvas de *Culex pipiens quinquefasciatus* (Say),

El último reporte de ocurrencia natural corresponde al año 2014 y procede de la ciudad de Posadas en la provincia de Misiones, en Argentina, en donde el personal de vigilancia y control de la municipalidad lo encontró en larvas de *A. aegypti* presentes en un balde con aguas de lluvia en un sector urbano, mientras el reporte más reciente de *L. chapmanii* (entre varios oomicetes entomopatógenos) corresponde al 2015, procedente de la región central de Brasil. En este caso, su hallazgo fue el resultado de un proyecto en el que se realizó la prospección de hongos y oomicetos en ambientes acuáticos, empleando unas trampas flotantes con larvas de *A. aegypti*, procedentes de una colonia de cría, en su interior y a modo de cebo. Las trampas se ubicaron en diferentes cuerpos de agua por un periodo de entre 24 y 48 horas, lo que permitió la interacción entre las larvas y la microbiota presente. Los hongos y oomicetos patógenos se aislaron en el laboratorio a partir de las larvas muertas o con signos de infección y, posteriormente, se confirmó su actividad patógena sobre poblaciones larvales sanas de *A. aegypti* procedentes de la colonia de cría. Este proyecto se encuentra en proceso de desarrollo con el objetivo de desarrollar metodologías para la producción de biomasa a mayor escala, así como en la formulación del ingrediente activo de L*. chapmanii*, que puedan ser almacenables y permitan su manipulación, aplicación fácil y práctica.[15]

El empleo de bioinsecticidas a base de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* (Bals.) *Vuill* (*As-comycota: Hypocreales*) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (*Hypocreales: Clavicipitaceae*), son alternativas muy eficientes y su elevado uso se basa principalmente en su gran variabilidad genética, una gama inmensa de hospederos, fácil producción en escala industrial, formulación y aplicación. Por otra parte, pueden atacar en diversas fases de desarrollo del insecto, siendo el mecanismo de infección por penetración de tegumento, diferente de bacterias y virus cuya infección es exclusivamente por ingestión, aunque para lograr que estos entomopatógenos sean eficientes en el control de insectos, es necesario que estén en condiciones de temperatura y humedad relativa adecuadas.[16]

Investigaciones señalan el uso del *Metarhizium anisopliae* en África para controlar a los mosquitos vectores de la malaria. Asimismo, en México, en estudio de laboratorio realizado en 2015 por García Munguía y colaboradores probaron la eficiencia de *M. anisopliae* y *Beauveria bassiana* para controlar al mosquito *Aedes aegypti*, demostrando un porcentaje de infección de 90 % en cinco días con ambas especies, lo cual indica que estos hongos parásitos son una alternativa ecológica con efectos positivos para el control de insectos vectores.[17]

El uso de biolarvicidas (*Bacillus thuringiensis var. israelensis* (*Bti*); y *B. sphaericus*)

En el año 2013, la Organización Mundial de la Salud (OMS), aprobó el uso y aplicación de *Bacillus thuringiensis israelensis (*Bti) como biolarvicida en agua potable. A nivel internacional múltiples investigaciones realizadas muestran que la aplicación de Bti puede ser considerada como una estrategia viable, utilizable en los programas de control vectorial del dengue, el chikungunya y el zika.[18]

El *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (*Bti*), Serotipo H-14, es una bacteria entomopatógena Gram positiva, que habita en el suelo, produce diferentes tipos de proteínas que son tóxicas para varias especies de insectos, ácaros y nemátodos. El mecanismo de acción de *Bacillus thuringiensis* es la producción de toxinas Cry y Cyt (del inglés *crystal* y *cytolytic*), siendo utilizada desde la década de 1950 para el control natural de insectos, las que son específicas para las larvas de especies de estos dípteros, causando la lisis de las células epiteliales del intestino y finalmente la muerte del insecto.[19,20, 21]

La ineficiencia en el control de las arbovirosis y otras enfermedades trasmitidas por mosquitos, la creciente contaminación del medio ambiente por el uso de sustancias químicas con la consecuente afectación al hombre y otros seres vivos conllevó a la utilización de los productos biolarvicidas Bactivec y Griselesf, los que han sido utilizados de forma efectiva en diferentes

países de América Latina, África y Asia. En Cuba el Bactivec se utiliza desde 1980, y el Griselesf se comenzó a utilizar en 1990.

Estos larvicidas garantizan una alta eficiencia demostrada en el control de larvas de diferentes especies de mosquitos en áreas urbanas y rurales, poseen total inocuidad hacia las demás especies animales y plantas presentes en diferentes acuatorios donde se desarrollan los mosquitos; tienen un comportamiento no invasivo en el medio ambiente, por ser muy biodegradables; además, de una integración eficiente con medidas de saneamiento ambiental en programas de lucha contra enfermedades transmitidas al hombre por mosquitos. Son de fácil aplicación por parte de técnicos de la salud, e incluso hasta por los propios habitantes, en sus viviendas, o en la periferia de estas.[22]

Su acción se produce a las 24 - 48 horas de ser ingerido, produciendo parálisis intestinal y envenenamiento por la acción de los cristales endotóxicos que producen las esporas. La seguridad de este agente radica en el hecho de que su acción es altamente específica contra las larvas de mosquitos. Es inocuo, o sea que no causa daño alguno a los vertebrados de sangre caliente, los anfibios u otros animales que viven en el agua (hidrobiontes).[22]

En estudio realizado en los 15 municipios de La Habana se demostró susceptibilidad a *B. thuringiensis* en cepas de *Ae. Aegypti,* bajo condiciones de laboratorio, siendo menor la eficacia de *B. thuringiensis*, en la medida en que aumenta la densidad y el estadio de desarrollo larvario de dicho vector.[23]

El *B. sphaericus* es un agente patógeno específico formado por esporas esféricas y cristales endotóxicos de la bacteria *Bacillus sphaericus* cepa 2362 serotipo H5a5b, de tipo Gram variable, estrictamente aeróbica. Su acción se produce a las 48-72 horas de su ingestión, produciendo en las larvas parálisis intestinal y envenenamiento por la acción de los cristales endotóxicos que producen las esporas, siendo altamente específica contra las larvas de mosquitos. Es inocuo, o sea que no causa daño alguno a los vertebrados de sangre caliente, los anfibios u otros animales que viven en el agua (hidrobiontes). Estas toxinas al ser liberadas en el intestino de los insectos susceptibles en su fase larvaria y tras ser solubilizada por el pH alcalino en la porción media del intestino, activan las proteasas causando deshidratación y muerte a los insectos vectores.[24]

Estudio realizado en Angola en el control de otros culícidos como el *Anopheles sp*, los investigadores demostraron la efectividad de los biolarvicidas en la reducción de las poblaciones larvarias de este mosquito, por lo que combinarlos con otros métodos de control integrado, potenciaría la reducción de las enfermedades trasmitidas por vectores.[25]

El uso de peces

Los peces son utilizados como controladores biológicos de larvas de mosquitos, siendo un método muy barato que no altera el medio natural y no produce resistencia.

Las especies más utilizadas son la *Gambusia puncticulata, la Gambusia punctata (* pez carnívoro, que puede comer hasta 150 larvas diarias), el *Giraldinus metallicus (*come hasta 150 larvas en 24 h), la *Limia vittata.* (carnívoros, comen de 80 a 90 larvas en 24 h), la *Cubanichthys cubensis y la Poecilia reticulata* o llamada Guppies (Come, 60 a 150 larvas en 24 h), siendo esta ultima la más utilizada en Cuba .

Los "guppies" constituyen uno de los métodos alternativos más importante que existen para sustituir los plaguicidas. Estos peces de agua dulce, muy populares por la facilidad con que se mantienen en peceras, no afectan la calidad del líquido y no constituyen riesgo de contaminación, en las aguas donde suele reproducirse el mosquito. El uso de los "guppies" como control biológico del mosquito *Aedes* se ha aplicado con buenos resultados en Estados Unidos, Colombia, Brasil, Perú y El Salvador.

Las autoridades sanitarias cubanas promueven la cría de peces "guppies" como opción contra el mosquito *Aedes Aegypti*, transmisor de las arbovirosis. El uso de peces en el control de este vector, demostró en condiciones de laboratorio que el consumo promedio diario de larvas de *Ae. aegypti* por *Poecilia reticulata* "guppies" , fue mayor que para *Culex. Quinquefasciatus*. El experimento se puso en marcha en la provincia de Cienfuegos, donde existen siete bancos de "guppies" (*Poecilia reticulata*) distribuidos en todo el territorio, como una variante económica y efectiva.[26]

En estudio de cohorte realizado en el municipio Placetas de la provincia Villa Clara se logró demostrar la eficacia de tres especies de peces

fluviales; *la Gambusia punctata Poey*, la *Gambusia Puncticulata Poey* y la *Poecilia reticulata Peter* para el control de larvas de mosquitos en depósitos utilizados por la población para almacenar agua. Trabajaron con una muestra de 1740 depósitos que se dividieron en dos grupos, los cuales se evaluaron por espacio de un año, el riesgo de encontrar focos de mosquitos fue superior en el grupo de depósitos que no estaban expuestos a la presencia de peces, la diferencia de riesgo permitió plantear que por cada 100 depósitos tratados con peces, podían evitarse ocho focos, concluyendo que la presencia de peces en los depósitos de agua constituye un factor de protección ante la incidencia de focos de mosquitos.[27]

Empleo de la técnica del insecto estéril

La técnica de esterilización de insectos es una forma de control de la natalidad. El proceso consiste en criar grandes cantidades de mosquitos machos esterilizados en instalaciones especializadas, a partir del uso de radiaciones, para luego liberarlos y que se apareen con hembras en la naturaleza. Estos mosquitos quedan incapacitados para generar descendencia; sin embargo, mantienen la condición de ser sexualmente competitivos, logrando la reducción de la población de insectos. Una prueba piloto realizada en la localidad el Cano en la provincia La Habana, Cuba, utilizando esta técnica, muestra la efectividad de este procedimiento al reducir hasta el 90 % de la población de mosquito *Aedes aegypti* y lograr la eliminación casi total de los casos de enfermedades trasmitidas por el insecto.[28]

Los mosquitos machos son esterilizados con radiación Gamma o rayos X, cuando se encuentran en estado de pupa madura, esta irradiación tiene que realizarse en un momento concreto, para ello, es necesario sincronizar la cría de manera tal, que todos los individuos estén en el estadio necesario al momento de la irradiación, lo que depende del tipo de comida y de la temperatura, aspectos que pueden ser regulados en el laboratorio.[29]

La técnica de esterilización de insectos fue desarrollada por primera vez por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y se ha utilizado con éxito para combatir las plagas de insectos que atacan los cultivos y el ganado, como la mosca mediterránea de la fruta y el gusano barrenador del ganado. Actualmente se utiliza en el sector agrícola en seis continentes.

El uso de esta técnica de esterilización de insectos en el sector de la agricultura durante los últimos 60 años ha demostrado que es un método seguro y eficaz, según palabras de Jérémy Bouyer, entomólogo médico de la División Conjunta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación, quien manifestó estar muy contento de colaborar con la OMS para llevar esta tecnología al sector de la salud a fin de luchar contra las enfermedades humanas.

Al decir de la Dra. Soumya Swaminathan, Científica Jefa de la OMS, se necesita desarrollar nuevos enfoques de forma urgente, y la iniciativa del insecto estéril resulta prometedora y emocionante.[30]

Conclusiones

Se concluye la necesidad de ampliar los conocimientos y el uso de los controladores biológicos, como alternativa del control integrado de vectores que brinda efecto permanente, sin crear resistencia, siendo, además, una opción económica, sostenible y de fácil acceso en la prevención y control de enfermedades de trasmisión vectorial.

Conflicto de intereses

No conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Aliuska Tamayo Verdecia, Lizette Rodríguez Fernández.

Análisis de datos: Lizette Rodríguez Fernández, Aliuska Tamayo Verdecia

Redacción del borrador original: Lizette Rodríguez Fernández, Aliuska Tamayo Verdecia, Miriela Roque Gutiérrez, Caridad Geanicet Díaz Sánchez, Martha María Capote Padilla

Redacción, revisión y edición: Aliuska Tamayo Verdecia, Lizette Rodríguez Fernández, Martha María Capote Padilla**,** Miriela Roque Gutiérrez, Caridad Geanicet Díaz Sánchez

Financiación

Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Cuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Betancourt Cravioto M, Falcón Lezama A. Arbovirus y salud pública. Ciencia [Internet]. 2020 [cited 8 Mar 2024] ; 71 (1): [aprox. 8p]. Available from: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/71_1/PDF/04_71_1_1202_Arbovirus.pdf.

2. Organización Panamericana de la Salud. Estrategia de gestión integrada para la prevención y el control de las enfermedades arbovirales en las Américas [Internet]. Washington, DC: OPS; 2019. [cited 8 Mar 2024] Available from: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51787/9789275320495_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

3. Organización Mundial de la Salud. Partes sobre brotes epidémicos - Dengue en la Región de las Américas. Noticias sobre brotes de enfermedades [Internet]. 2023 [cited 8 Mar 2024] Available from: https://www.who.int/es/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON475.

4. Organización Panamericana de la Salud. Actualización Epidemiológica - Dengue, chikunguña y Zika [Internet]. 2023 [cited 8 Mar 2024] Available from: https://www.paho.org/es/file/128760/download?token=BZvHakH9.

5. Ministerio de Salud Pública. Evitar la propagación de focos: la mejor forma de previnir el dengue [Internet]. La Habana: MINSAP; 2022. [cited 8 Mar 2024] Available from: https://salud.msp.gob.cu/evitar-la-propagacion-de-focos-la-mejor-forma-de-previnir-el-dengue/.

6. Ministerio de Salud. Plan de preparacion y respuesta ante la contingencia de dengue y otros arbovirus [Internet]. Buenos Aires: Ministerio de Salud; 2022. [cited 8 Mar 2024] Available from: https://www.ioma.gba.gob.ar/wp-content/uploads/2023/01/Plan-de-dengue-y-otros-arbovirus-2022-2023-1.pdf.

7. Traverso Huarcaya MF, Traverso Castillo CA, Norma Antonio M, Castillo Rodríguez MN. Controladores biológicos para la reducción de índices aédicos. Boletín de Malariología y Salud Ambiental [Internet]. 2022 [cited 8 Mar 2024] ; 62 (5): [aprox. 8p]. Available from: http://www.iaes.edu.ve/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/download/586/812.

8. Organización Panamericana de la Salud. Documento operativo de aplicación del manejo integrado de vectores adaptado al contexto de las Américas [Internet]. Washington: OPS; 2019. [cited 8 Mar 2024] Available from: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51760/9789275320990_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

9. Noya Y, Jimenes F, López J, Aliaga W, Colque B, Martinez L, Callapa G. Control biológico de vectores de la enfermedad de Chagas con Microhimenopteros (Micro Avispas). Revista CON-CIENCIA [Internet]. 2019 [cited 8 Mar 2024] ; 7 (2): [aprox. 9p]. Available from: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-02652019000200008.

10. Sawyers Kenton R, Sawyers Kenton R, Pinto Tomas A. Papel de la bacteria endosimbionte Wolbachia en el control de enfermedades vectoriales: dengue, zika y chikunkunya. Acta Méd Costarric [Internet]. 2017 [cited 8 Mar 2024] ; 59 (4): [aprox. 4p]. Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022017000400130.

11. Navarra G. El Método Wolbachia. El prometedor control biológico para disminuir la transmisión de dengue. La Nación [Internet]. 2023 [cited 8 Mar 2024] Available from: https://www.lanacion.com.ar/sociedad/el-metodo-wolbachia-el-prometedor-control-biologo-para-disminuir-la-transmision-de-dengue-nid07042023/.

12. Menéndez Díaz Z, García García I, Hernández Contreras N, González Rizo A, Companioni Ibañez A, Berovides Álvarez V. Susceptibilidad de diferentes estadios larvarios de Aedes albopictus (S) (Diptera: Culicidae) a la infección por dos especies de nemátodos meítidos en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop [Internet]. 2018 [cited 8 Mar 2024] ; 70 (3): [aprox. 9p]. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602018000300009&lng=es.

13. Campos Herrera R, Blanco Pérez R, Vicente Diez I. Nemátodos entomopatógenos en el control biológico de ácaros e insectos. Cuaderno de Campo [Internet]. 2020 [cited 8 Mar 2024] ; 63: [aprox. 6p]. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/338792813_Nematodos_entomopatogenos_en_el_control_biologico_de_acaros_e_insectos.

14. Rodríguez J, García I, Menéndez Z, García A, Sánchez J, Pérez R. Efecto patogénico de 3 nematodos parásitos en larvas de Aedes aegypti en condiciones de laboratorio, en Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2005 ; 57 (3): 27-33.

15. Rueda ME, Tavares I, López CC, García J. Leptolegnia chapmanii como alternativa biológica para el control de Aedes aegypti. Biomédica [Internet]. 2019 [cited 8 Mar 2024] ; 39: [aprox. 13p]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7363348/pdf/2590-7379-bio-39-04-798.pdf.

16. Ríos Da Silva R, Vargas Flores J, Sánchez Choy J, Oliva Paredes R, Alarcón Castillo T. Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. Scientia Agropecuaria [Internet]. 2020 [cited 8 Mar 2024] ; 11 (3): [aprox. 8p]. Available from: http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop.

17. López Rodríguez L, Burrola Aguilar C, Garibay Orijel R. Hongos que comen Insectos. ¿Tienen propiedades medicinales?. Ciencia [Internet]. 2023 [cited 8 Mar 2024] ; 74 (3): [aprox. 6p]. Available from: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/ediciones-anteriores/edicion-actual/352-novedades-cientificas/1030-hongos-que-comen-insectos-tienen-propiedades-medicinales.

18. Aguirre Obando OA, Duarte Gandica I. Control de Aedes (Stegomyia) aegypti utilizando Bacillus thuringiensis var.israelensis en Armenia, Quindío, Colombia. Revista UDC. Actualidad & Divulgación Científica [Internet]. 2020 [cited 8 Mar 2024] ; 23 (1): [aprox. 10p]. Available from: https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/1067/1895.

19. Aguilar Quintero A, Cardoso Pachón S. Bacillus thuringiensis y L. sphaericus como biocontroladores de A. aegypti y A. albopictus; vectores de virus del dengue y de la fiebre amarilla. Revista Med [Internet]. 2023 [cited 8 Mar 2024] ; 31 (1): [aprox. 24p]. Available from: https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rmed/article/view/6738/5776.

20. Ramírez Villalobos JM. Efecto sinérgico de distintos extractos vegetales y bacillus thuringiensis var. israelensis para el control de Aedes Aegypti (l.) (diptera, culicidae) [Tesis]. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2020. [cited 8 Mar 2024] Available from: http://eprints.uanl.mx/19716/1/1080314300.pdf.

21. Pinos D, Hernández Martínez P. Modo de acción de las proteínas insecticidas de Bacillus thuringiensis. Boletin SEEA [Internet]. 2019 [cited 8 Mar 2024] (4): [aprox. 5p]. Available from: https://higieneambiental.com/productos-biocidas-y-equipos/modo-de-accion-del-insecticida-biologico-bacillus-thuringiensis.

22. Grupo Empresarial Labiofam. El impacto internacional de los biolarvicidas de Labiofam contra las larvas de mosquitos [Internet]. La Habana: LABIOFAM; 2015. [cited 8 Mar 2024] Available from: http://www.ideassonline.org/public/pdf/Cuba-Biolarvicidas-ESP.pdf.

23. Bisset Lazcano JA, Marquetti Fernández MC, Rodríguez Coto MM. Contribución de estudios entomológicos sobre Aedes aegypti y Aedes albopictus. Retrospectiva y retos para su control en Cuba, 1981-2016. Rev Cubana Med Trop [Internet]. 2017 [cited 8 Mar 2024] ; 69 (3): [aprox. 20p]. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602017000300008&lng=es.

24. Rodríguez Quiroz K, Zavaleta Zavaleta L, Portal Reyes J, Zavaleta Espejo G, Blas Cerdán W. Efecto bioinsecticidal de Bacillus thuringiensis H-14 var. israelensis mutante sobre Aedes aegypti. Arnaldoa [Internet]. 2022 [cited 8 Mar 2024] ; 29 (2): [aprox. 12p]. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992022000200235&lng=es.

25. Lamothe Nuviola D, Hidalgo Flores Y, Marqueti Fernández M. Ensayo de campo con Bactivec (Bacillus Thuringiensis) y Griselesf (Bacillus sphaericus) en sitios de cría de Anopheles sp. en Luanda, Angola. Rev Cubana Med Trop [Internet]. 2017 [cited 8 Mar 2024] ; 69 (2): [aprox. 11p]. Available from: http://scielo.sld.cu/pdf/mtr/v69n2/a03_191.pdf.

26. Hernández Hernández E, Marques Pina M. Control de larvas de Aedes aegypti (L) con Poecilia reticulata Peter, 1895: una experiencia comunitaria en el municipio Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba. Rev Cubana Med Trop [Internet]. 2006 [cited 8 Mar 2024] ; 58 (2): [aprox. 3p].

Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602006000200007.

27. Fimia Duarte R, Castillo Cuenca JC, Cepero Rodríguez O, Corona Santander E, González González R. Eficacia del control de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) con peces larvívoros en Placetas, provincia Villa Clara, Cuba. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [Internet]. 2010 [cited 8 Mar 2024] ; 11 (3B): [aprox. 9p]. Available from: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636131400 20.

28. Peláez O. Ensayan técnica del insecto estéril en Cuba para reducir poblaciones de Aedes Aegypti [Internet]. La Habana: Agencia de Energía Nuclear y Tecnología de Avanzada; 2022. [cited 8 Mar 2024] Available from: https://aenta.cu/ensayan-tecnica-del-insecto-esteril-en-cuba-para-reducir-poblaciones-de-aedes-aegypti/.

29. Ministerio de Economía. Cómo es la técnica que investiga la CNEA para combatir el mosquito que contagia el dengue [Internet]. Buenos Aires: Ministerio de Economía; 2023. [cited 8 Mar 2024] Available from: https://www.argentina.gob.ar/noticias/como-es-la-tecnica-que-investiga-la-cnea-para-combatir-el-mosquito-que-contagia-el-dengue.

30. Organizacion Mundial de la Salud. La esterilización de mosquitos ofrece una nueva oportunidad para controlar la fiebre chikungunya, el dengue y el zika [Internet]. Ginebra: OMS; 2019. [cited 8 Mar 2024] Available from: https://www.who.int/es/news-room/detail/14-11-2019-mosquito-sterilization-offers-new-opportunity-to-control-chikungunya-dengue-and-zika.