

Adaptación al Cambio Climático

Instrumentos de evaluación
y seguimiento para la gestión local

JOSÉ R. DADON Y ROBERTO FÈVRE
EDITORES

.UBAfadu

Secretaría de
investigación

PIUBACC

PROGRAMA INTERDISCIPLINARIO
DE LA UBA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO



Adaptación al cambio climático : instrumentos de evaluación y seguimiento para la gestión local / José R. Dadon ... [et al.] ; dirigido por José R. Dadon ; Roberto Fevre ; editado por José R. Dadon ; Roberto Fevre. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Secretaría de Investigaciones, 2023.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-950-29-1970-6

1. Gestión Pública. 2. Planificación Urbana. 3. Grupos Vulnerables. I. Dadon, José R., dir. II. Fevre, Roberto, dir.
CDD 363.70630284

Diseño gráfico
Luciana Anarella y Beatriz Burecovics

Foto de tapa
José R. Dadon

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

La reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma que sea, idéntica o modificada no autorizada por los editores, viola derechos reservados; cualquier utilización debe ser previamente solicitada. Los conceptos o criterios emitidos en cada capítulo del libro son responsabilidad exclusiva de sus autoras/es.

© Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura,
Diseño y Urbanismo, Secretaría de Investigaciones

ISBN: 978-950-29-1970-6

Julio de 2023

Distribución gratuita

Referencia sugerida:

Dadon, J. R. & R. Fèvre (eds.) "Adaptación al cambio climático. Instrumentos de evaluación y seguimiento para la gestión local". Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Secretaría de Investigaciones, 2023.

DISTRIBUCIÓN
GRATUITA

Sumario

- 6 0. Presentación institucional, *Dra. Arq. Rita Molinos*
- 8 01. Calentamiento global y crisis climática, *José R. Dadon*
- 24 02. Marco metodológico para la adaptación local al cambio climático, *José R. Dadon y Roberto Fèvre*
- 38 03. Instrumentos para la adaptación local al cambio climático, *Roberto Fèvre*
- 80 04. Metodología participativa para la construcción de sistemas de indicadores de adaptación local al cambio climático, *José R. Dadon*
- 166 05. Cambios en la distribución de enfermedades transmitidas por vectores en respuesta al cambio climático, *Silvia Fischer*
- 194 06. Los servicios ecosistémicos del verde urbano costero y su relación con el cambio climático, *Ana Faggi y Patricia Perelman*
- 219 07. Un enfoque sobre el cambio climático centrado en la vulnerabilidad social, *Anabel Calvo, Constanza Riera, María Laura Contín y Lía Bachmann*
- 241 08. El abordaje de la problemática del cambio climático en la toma de decisiones organizacionales, *María Quiñones Brun, Rafaela Cuppari y Patricia Bonatti*
- 258 09. Indicadores sociales de adaptación local al cambio climático. Una aproximación para el diagnóstico y seguimiento a las políticas públicas locales, *Jorge Orovitz y Alejandra Useche*

- 291 10. Evaluación del éxito de la adaptación en términos de Bienestar y Bien Común, *Reneé Carrelo*
- 300 11. El Fondo Verde para el Clima y la adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe, *Alvaro Zopatti*
- 309 ANEXO 1. Plataforma geoGEC, *Mario Fèvre*
- 327 ANEXO 2. Lineamientos de comunicación para el cambio de hábitos hacia la adaptación y mitigación del cambio climático, *Ximena Tobi*

5 Cambios en la distribución de enfermedades transmitidas por vectores en respuesta al cambio climático

Cambios en la distribución de enfermedades transmitidas por vectores en respuesta al cambio climático

Sylvia Fischer

*Departamento de Ecología,
Genética y Evolución e IEGEBA
(UBA-CONICET), Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad de Buenos Aires*

Según la Organización Mundial de la Salud, aproximadamente un sexto de la carga de enfermedad y discapacidad a nivel mundial se debe a enfermedades de transmisión vectorial, con más de la mitad de la población mundial en riesgo. Esto implica que cada año, más de mil millones de personas se infectan, y más de un millón de personas mueren de enfermedades transmitidas por vectores. En este capítulo consideramos como vectores a los artrópodos hematófagos, de acuerdo a la definición utilizada por ejemplo por el IPCC (Wilson *et al.* 2017), si bien muchas de las consideraciones pueden aplicarse a otras enfermedades infecciosas como por ejemplo la esquistosomiasis.

Existe consenso en que actualmente las enfermedades transmitidas por vectores más importantes a nivel mundial son la malaria y el dengue, y también son relevantes otras como leishmaniasis, chagas, tripanosomiasis africana, filariasis linfática, oncocerciasis, chikungunya, Zika, fiebre amarilla, enfermedad de Lyme, virus West Nile, y algunas encefalitis equinas (Campbell Lendrum *et al.* 2015, Ogden 2017). Todos los vectores de estas enfermedades son artrópodos, y por lo tanto ectotermos, es decir que su temperatura interna está regulada por las condiciones ambientales externas. Distintos aspectos del ciclo de vida y de su capacidad de transmitir enfermedades son altamente dependientes de las condiciones ambientales, por lo cual es esperable que la incidencia de las enfermedades transmitidas por ellos sea afectada por el cambio climático.

Causas de los cambios de distribución de enfermedades vectoriales

Algunas de las consecuencias del cambio climático son los cambios espaciales en la temperatura, precipitación y humedad, lo cual puede afectar la biología y ecología de los vectores, y en consecuencia su abundancia y el riesgo de transmisión. Los efectos del clima sobre las dinámicas de transmisión, los cambios en el rango geográfico y la re-emergencia de enfermedades transmitidas por vectores son diversos. Pueden dividirse entre efectos directos, cuando los cambios en las variables climáticas modifican directamente aspectos relevantes del ciclo de vida de los patógenos, los vectores, y hospedadores humanos y no humanos, y efectos indirectos, cuando el clima altera hábitats y ecosistemas enteros (incluyendo los urbanos), modificando su favorabilidad para los vectores o los hospedadores no humanos (Rocklöv y Dubrow 2020).

Entre los efectos directos, probablemente el más importante es el de los cambios en la temperatura, debido a que distintos procesos relacionados con la ecología de los vectores y los patógenos están fuertemente influenciados por esta. Los escenarios de cambio climático prevén un aumento en la temperatura en la mayoría de las regiones (IPCC 2014). En términos generales, la velocidad de los procesos biológicos como el desarrollo y la reproducción, y la supervivencia se incrementan a temperaturas crecientes, lo cual determina que a temperaturas más altas las poblaciones de vectores pueden alcanzar abundancias más altas. Además del ciclo de vida de los vectores, también se incrementan con la temperatura variables relacionadas directamente con la probabilidad de transmisión, como la actividad alimentaria de los vectores y la tasa de desarrollo de los patógenos dentro de los estos. De hecho, dado que el periodo de incubación extrínseco (tiempo transcurrido entre la ingestión del patógeno por el vector y que el vector se vuelve infectivo) está asociado inversamente con la temperatura ambiental, a temperaturas bajas un vector infectado puede no llegar a transmitir la infección si la tasa de desarrollo del patógeno es suficientemente lenta como para que el vector muera antes de volverse infectivo (Rocklöv y Dubrow 2020). Si bien el rango

de temperatura óptimo para la transmisión depende de la combinación de vector y patógeno, las capacidades vectoriales de la mayoría de las enfermedades transmitidas por vectores son máximas a temperaturas relativamente altas (Caminade *et al.* 2019).

Cabe señalar que si bien en general los vectores se ven favorecidos por temperaturas más altas, las relaciones entre la temperatura y la supervivencia, abundancia y comportamiento alimentario de los vectores son complejas. Es esperable que el mayor efecto del cambio climático se observe en los límites del rango de temperaturas en las que ocurre transmisión. Para muchas enfermedades estas temperaturas se encuentran entre los 14 y los 18°C en el límite inferior, y entre 35 y 40°C en el límite superior. El calentamiento en el límite inferior tiene un impacto significativo y no lineal en los períodos de incubación extrínsecos, y por lo tanto en la transmisión, mientras que en el límite superior, podría dejar de haber transmisión. Sin embargo, alrededor de los 30-31°C, la capacidad vectorial puede incrementarse significativamente debido a una reducción en el periodo extrínseco de incubación, a pesar de la reducción en la tasa de supervivencia de los vectores (Githco *et al.* 2000).

Gran parte de las enfermedades vectoriales son transmitidas por mosquitos, por ejemplo por las especies del complejo *Anopheles gambiae*, *An. funestus*, *An. darlinghi* (malaria), así como también *Culex quinquefasciatus* (virus de la Encefalitis de Saint Louis y West Nile) y *Aedes aegypti* (dengue, Zika, chikungunya y fiebre amarilla urbana). Los mosquitos son sensibles a los cambios térmicos como estadios inmaduros en ambientes acuáticos y también como adultos. Si las temperaturas del agua se incrementan, las larvas tardan menos tiempo en completar su desarrollo, y por lo tanto hay una mayor capacidad de producir descendencia durante el periodo de transmisión. En climas más cálidos, las hembras adultas de mosquitos digieren más rápido la sangre y se alimentan con mayor frecuencia, incrementando la intensidad de transmisión. De igual forma, los parásitos de la malaria y los virus completan su período extrínseco de incubación dentro del mosquito hembra en un tiempo más corto a medida que aumenta la temperatura, por lo cual aumenta la proporción de vectores infec-

tivos. El aumento de la temperatura por arriba de los 34°C generalmente tiene un impacto negativo en la supervivencia de los vectores y parásitos (Githeco *et al.* 2000).

Entre los mosquitos, uno de los casos mejor estudiados es el mosquito *Aedes aegypti*, cuya supervivencia desde huevo hasta adulto se incrementa en forma lineal desde los aproximadamente 15°C hasta los 20°C, se mantiene constante hasta aproximadamente 30°C, y luego decrece a partir de los 33°C aproximadamente hasta cero a los 38°C. El tiempo de desarrollo baja desde 60 días a 15°C a 12 días a 20°C, y luego se reduce a unos 6 días entre 27 y 34°C (Eisen *et al.* 2014). Finalmente, la tasa de alimentación de las hembras es máxima entre los 22 y los 28°C, y luego decrece a casi cero a 33°. Teniendo en cuenta que el rango geográfico de *Aedes aegypti* y otros vectores está limitado principalmente por las temperaturas bajas, a medida que se incrementa la temperatura por el cambio climático, tanto el mosquito como el virus podrían expandir su distribución hacia latitudes y altitudes mayores, incrementando la incidencia y la duración de la temporada de transmisión. Existe también la posibilidad de que algunas áreas endémicas se vuelvan demasiado calientes, y que la supervivencia o la alimentación del vector sean inhibidas, en cuyo caso habrá una disminución en la incidencia de las enfermedades que transmiten (Rocklov y Dubrow 2020).

Los cambios en los patrones de precipitaciones también pueden tener efectos de corto y largo plazo sobre los hábitats de los vectores. Para las precipitaciones las predicciones de los escenarios de cambio climático no son homogéneas para todas las regiones, y se espera que la frecuencia y magnitud aumente en algunas, especialmente en latitudes medias, pero a su vez que disminuyan y se generen sequías por ejemplo en regiones subtropicales (IPCC 2014). Las consecuencias de los cambios en las precipitaciones en relación a las abundancias de vectores pueden ser variables y dependientes del contexto. En términos generales, el aumento en la precipitación tiene el potencial de aumentar el número y la calidad de los hábitats larvales de los vectores como mosquitos y garrapatas, y la densidad de la vegetación, lo cual afecta la disponibilidad de sitios de refugio (Githeco *et al.* 2000).

Sin embargo, las sequías también pueden proporcionar más sitios de cría en algunos casos, por ejemplo debido a un incremento en el uso de recipientes para coleccionar agua de lluvia, proporcionando sitios de cría de *Aedes aegypti* (Rocklov y Dubrow 2020).

Otra variable que también influye aunque su efecto no está tan estudiado como el de la temperatura y la lluvia es la humedad. La humedad en el ambiente es fundamental para los artrópodos, ya que éstos son susceptibles a la desecación y ambientes con alta humedad favorecen la supervivencia durante el desarrollo en aquellos cuyos estados inmaduros son de vida libre como las garrapatas (que transmiten la enfermedad de Lyme) o los flebótomos (que transmiten leishmaniasis), y durante el estado adulto por ejemplo en los mosquitos (Lata *et al.* 2018). Hay estudios que demuestran por ejemplo para *Aedes aegypti*, la longevidad de los adultos se reduce con humedades decrecientes (Schmidt *et al.* 2018), y algo similar ocurre con la supervivencia de los huevos tanto en campo (Russell *et al.* 2001) como en laboratorio (Juliano *et al.* 2002).

El cambio climático también puede afectar en forma indirecta la transmisión de enfermedades vectoriales, generando cambios en los ecosistemas, en los movimientos migratorios, o en la vulnerabilidad de las poblaciones humanas. En relación a los cambios en los ecosistemas, estos pueden afectar directamente las abundancias de otras especies, como por ejemplo las que son fuentes de alimento, o las que son competidores, predadores o patógenos de los vectores, y en consecuencia los hábitats se pueden volver más o menos favorables para los vectores, o incluso para los patógenos. Por ejemplo, las aves son hospedadores de virus West Nile, y los cambios en sus patrones de migración, o la disminución de sus poblaciones (causadas por muchos factores incluyendo el cambio climático) puede afectar la transmisión de los virus de los mosquitos *Culex* a los humanos.

Una de las consecuencias del cambio climático son los desplazamientos de la población debidas, por ejemplo, a sequías, inundaciones o aumento del nivel del mar. Estos desplazamientos o migraciones forzadas a su vez tienen efectos sobre la transmisión de enfermedades vectoriales, ya que por un lado favorecen la dispersión de los vectores o los patógenos hacia nuevas localidades, por lo cual se inicia

la transmisión en nuevas áreas, y por otro lado puede exponer a las poblaciones inmunológicamente susceptibles al contacto con vectores y patógenos con los que nunca habían estado en contacto (Rocklöv y Dubrow 2020).

Todos los efectos directos e indirectos descritos, a su vez pueden estar modulados por otros factores, que influyen sobre el incremento de las enfermedades vectoriales. De hecho, si bien las condiciones climáticas determinan el rango potencial de distribución de las enfermedades transmitidas por vectores, otros factores determinan la distribución efectiva dentro de los límites impuestos por el clima. El impacto negativo de las enfermedades infecciosas sobre la salud y el bienestar están intrínsecamente ligado a la combinación de múltiples factores como las deficiencias en el saneamiento, el acceso a agua limpia y alimentos, la calidad de los servicios de salud pública, la inestabilidad política y los conflictos, la resistencia a las drogas, y los movimientos de las poblaciones humanas y de animales. Otros factores críticos que afectan la transmisión de enfermedades infecciosas son la forma en que nos adaptamos y modelamos nuestro ambiente a través del impacto del uso de la tierra (deforestación/forestación y actividades agrícolas), la construcción de cuerpos de agua artificiales o embalses, y las medidas que se toman para controlar enfermedades infecciosas como el desarrollo de vacunas o drogas, el rociado de insecticidas, la distribución de mosquiteros impregnados, y el desarrollo de test de diagnóstico rápidos (Caminade *et al.* 2019). (Tabla 1)

A pesar del cambio climático, durante la última década se avanzó significativamente en el control de algunas enfermedades transmitidas por vectores. Este progreso se puede atribuir a factores sociodemográficos (como el desarrollo económico) y a los sistemas de salud pública (el control de vectores y otras intervenciones relacionadas con la salud pública). Entre 2007 y 2017, la carga de enfermedad disminuyó un 39% para malaria, 21% para fiebre amarilla, 45% para filariasis linfática, 8% para oncocerciasis, 23% para chagas, 56% para leishmaniasis y 83% para tripanosomiasis africana. Por lo tanto, el desarrollo económico y las intervenciones de salud pública (y no el cambio climático) parecen haber sido los principales factores de cambio en las incidencias de

estas enfermedades a nivel global durante la última década. Es posible que el progreso hubiera sido mayor aún en ausencia de cambio climático, pero esto es difícil de demostrar en forma definitiva, ya que cada uno de los factores que interactúan con el cambio climático lo hacen de manera compleja y es difícil aislar el impacto de uno de ellos del de los demás. La única enfermedad para la cual la carga de enfermedad se incrementó es el dengue, un 26%. Esta tendencia continúa la expansión explosiva del dengue desde 1950, favorecida por la urbanización, la globalización, y la ineficacia en el control del mosquito (Rocklov y Dubrow 2020).

Un punto importante a resaltar es que no es sencillo atribuir los cambios espaciotemporales en las enfermedades infecciosas en forma total o parcial al cambio climático. Esto se debe, en parte, a la falta de datos de salud y clima de largo plazo, por la existencia de varios factores no climáticos que también actúan, y por la influencia de la variabilidad climática natural que ahora ocurre en un contexto más cálido, como por ejemplo El Niño Oscilación del Sur. Esto último llevó a controversia sobre la atribución al cambio climático de los cambios en malaria en el Este de África. Sin embargo, hay evidencia clara de que se modificaron los rangos latitudinales y altitudinales de la malaria aviar en aves silvestres, lo cual ocurrió en forma independiente de las intervenciones del sistema de salud y podría funcionar como indicador del efecto del cambio climático. La salud de los animales silvestres (en especial las aves) se considera un mejor indicador de cambio climático temprano debido a que no hay medidas de control para protegerlos (a diferencia de los humanos). Las enfermedades vectoriales afectan seriamente la salud de los animales domésticos y el ganado (por ejemplo tripanosomiasis, fiebre rift valley, y bluetongue), y por lo tanto el clima afectará también nuestra salud en forma indirecta a través de múltiples impactos sobre la seguridad alimentaria, incluyendo ganado y cultivos (Caminade *et al.* 2019).

Tabla 1: Factores no climáticos que favorecen la transmisión y dispersión de enfermedades vectoriales (adaptada de Rocklov y Dubrow 2020).

Factor	Efecto
Globalización y ambiente	
Deforestación, minería y embalses	Cambio en el hábitat de vectores y hospedadores no humanos
Degradación y cambio de los ecosistemas	Cambio en el hábitat de vectores y hospedadores no humanos
Viajes y comercio internacional	Dispersión de patógenos y vectores
Urbanización	Generación de hábitat para vectores (<i>Aedes aegypti</i>)
Desplazamientos poblacionales	Dispersión de patógenos a nuevas regiones o exposición de población inmonológicamente susceptible al contacto con vectores y patógenos
Factores sociodemográficos	
Composición demográfica de la población	Mayor vulnerabilidad de niños, personas mayores y mujeres embarazadas
Nivel de desarrollo económico	Calidad de las viviendas afecta la exposición a los vectores
Línea de base de incidencia de la enfermedad	La vulnerabilidad al cambio climático puede ser máxima en los límites de áreas actualmente endémicas
Estado de salud de la población	Niveles bajos de salud aumentan la vulnerabilidad
Crisis humanitarias	La guerra y las hambrunas implican alta vulnerabilidad
Sistemas públicos de salud	
Monitoreo y vigilancia	Los sistemas de vigilancia de enfermedades y monitoreo de vectores aportan información del esfuerzo de prevención y control
Sistemas de alerta temprana	Control de vectores y otras medidas de salud pública antes de la aparición de los brotes
Control de vectores	Reducción de las abundancias de vectores
Calidad del sistema de salud	La calidad y acceso a la salud pueden determinar la cantidad de infectados y la tasa de mortalidad y morbilidad asociadas a la infección
Investigación	La investigación sobre control de vectores, tratamiento de la enfermedad, desarrollo de vacunas, evolución de vectores y patógenos, y de la coordinación efectiva entre actores para el control y prevención pueden ayudar a controlar las enfermedades vectoriales
Características de vectores y patógenos	
Resistencia a insecticidas	Proliferación de los vectores
Evolución del vector	Potencial para mayor capacidad vectorial
Resistencia de los patógenos a las drogas	Mayor cantidad de personas infectadas
Evolución de los patógenos	Potencial para mayor transmisibilidad o virulencia

Cambios observados y esperados en la distribución de vectores y las enfermedades que transmiten, asociadas al cambio climático en Sudamérica

Algunas de las enfermedades transmitidas por vectores de importancia en áreas urbanas de América del Sur son: dengue, chikungunya, zika, leishmaniasis y malaria (Tabla 2). En esta región, los vectores más relevantes son: el mosquito *Aedes aegypti* (dengue, chikungunya, Zika y fiebre amarilla), algunas especies de mosquitos del género *Anopheles* (malaria), y algunas especies de flebótomos del género *Lutzomyia* (leishmaniasis). Si bien no todas estas enfermedades vectoriales son estrictamente urbanas (excepto las transmitidas por *Aedes aegypti*), la transmisión también se produce en áreas urbanas. (Tabla 2)

Tabla 2: Principales enfermedades vectoriales en zonas urbanas, vectores involucrados y número de casos por año en el continente americano

Enfermedad	Vectores	Número de casos/año en las Américas	Años
Dengue	<i>Aedes aegypti</i>	2.708.290	2019-2020 (promedio)
Chikungunya	<i>Aedes aegypti</i>	138.408	2019-2020 (promedio)
Zika	<i>Aedes aegypti</i>	29.652	2018-2019 (promedio)
Malaria	<i>Anopheles</i> spp.	765.000	2018
Leishmaniasis	<i>Lutzomyia</i> spp.	3.500	Varios años (promedio)

A continuación se describe la variación en el rango de distribución o en la incidencia de algunas de ellas, y su relación con las condiciones climáticas:

Dengue: para esta enfermedad se registra un aumento sostenido en las últimas décadas en todo el continente americano (Gubler 2011), junto con otras enfermedades emergentes transmitidas por el mismo vector como Zika y la fiebre chikungunya. Este incremento se adjudica principalmente a la urbanización y globalización crecientes, y a las fallas en el control del vector (el mosquito *Aedes aegypti*) (Rocklov y Dubrow 2020). Luego

de haber sido prácticamente erradicado del continente a mediados del siglo pasado, el mosquito *Aedes aegypti* amplió en forma dramática su distribución en los últimos cuarenta años debido a la interrupción de los programas de control (Gubler 2011). Por lo tanto actualmente está presente en las áreas urbanas de gran parte de Sudamérica, abarcando la región tropical, subtropical e incluso parte de la región templada. En términos generales, esta ampliación en la distribución y en las abundancias no puede adjudicarse claramente al clima, ex-

cepto tal vez en algunas zonas en el límite de la distribución donde el incremento de las temperaturas, o el aumento de las islas de calor urbanas parecen estar favoreciendo su éxito.

Con respecto a la transmisión de dengue, distintas evidencias muestran una relación con las condiciones climáticas, si bien en algunos casos son contrapuestas. En términos generales se ve que durante años con temperaturas más altas asociadas a eventos climáticos como El Niño Oscilación Sur (ENOS), aumenta el número de casos, por ejemplo en Brasil o en Venezuela. En relación a las precipitaciones, la información no es tan consistente, ya que en algunos casos se observa mayor número de casos en años más lluviosos (Magrin *et al.* 2014), mientras otros estudios asocian una mayor transmisión a años menos lluviosos (Vincentini-Gonzalez *et al.* 2018). La asociación de los casos con las sequías se explica en algunos casos por el comportamiento de las personas de almacenar agua, lo que provee de hábitats adicionales para el desarrollo del vector (Barclay 2008). De cualquier forma, se espera que frente a un aumento de las temperaturas, o cambios en los patrones de precipitación, al menos en parte de Sudamérica se puedan incrementar las abundancias del vector, y con ellas el riesgo de transmisión de dengue (Campbell *et al.* 2015), así como de otras enfermedades transmitidas por el mismo vector como Zika o chikungunya.

Malaria: el número de casos mostró un incremento en las últimas décadas en varios países de la región. En varios países como Colombia, Ecuador, Perú, Guayana Francesa, Amazonia y Venezuela se registra un aumento de la malaria vinculada a ENOS, demostrando la importancia del clima sobre la incidencia de esta enfermedad (Magrin *et al.* 2014). Por ejemplo en el norte de Sudamérica (Colombia y Venezuela) algunos estudios mostraron que condiciones inusualmente secas (como las causadas por ENOS) están acompañadas o seguidas por incrementos en la incidencia de malaria. Observaciones preliminares en el norte de Brasil sugieren una tendencia decreciente en la prevalencia de malaria durante años secos asociados a El Niño, retornando los niveles previos de epidemia al final del año siguiente, cuando las lluvias vuelven a los niveles usuales. Por otro lado, en Bolivia, Ecuador y Perú se observa el fenómeno opuesto: un aumento de malaria luego de lluvias fuertes seguidas de inundaciones asociadas con El Niño. A su vez, las lluvias

fuertes asociadas a El Niño se relacionaron con la expansión de los vectores de malaria desde áreas endémicas de Paraguay hacia Argentina (Chiteco *et al.* 2000). Por otro lado en algunos casos el aumento de malaria se puede asignar más directamente al cambio climático, específicamente se relaciona con el incremento de largo plazo en las temperaturas en Colombia (Poveda *et al.* 2011). También se observa un aumento en la distribución en altura tanto de la transmisión de la malaria como en la abundancia de sus vectores (*Anopheles* spp.) desde Venezuela hasta Bolivia (Magrin *et al.* 2014). En particular para Colombia, se registra un cambio en la distribución de malaria hacia altitudes mayores en años más cálidos, lo que sugiere que (en ausencia de intervenciones) la carga de enfermedad de la malaria se incrementará en elevaciones mayores si aumenta la temperatura (Siraj *et al.* 2014).

Cabe señalar que a partir del año 2005 se registró una reducción importante en la cantidad de casos (62%) y de las muertes relacionadas con esta enfermedad (61%), en países como por ejemplo Brasil, Colombia y Perú. Esta reducción se logró mediante programas de control de malaria con financiamiento internacional, que incluyeron acciones como el rápido diagnóstico, el tratamiento farmacológico de los enfermos, el rociado de insecticidas con efecto residual en el interior de las viviendas, y el uso de redes embebidas en insecticida para cubrir las camas. Sin embargo, la interrupción posterior de los programas de control (entre 2010 y 2015), principalmente por falta de financiamiento, tuvo como consecuencia un nuevo incremento en la incidencia de esta enfermedad, lo que resalta la importancia de la continuidad de las acciones de salud pública, incluido el financiamiento sostenido para mantener los programas de prevención independientemente de las variaciones políticas (Conn *et al.* 2018). En 2019 la OMS certificó la eliminación de la transmisión de malaria en la Argentina (Soto 2019).

Leishmaniasis visceral: esta enfermedad es endémica en Colombia, Venezuela, Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina (OMS 2020). Si bien el número de casos es notablemente menor a los de dengue o malaria, los ciclos de transmisión recientemente se urbanizaron, y su distribución se amplió tanto en el sur en Argentina, como en el norte de Brasil (WHO 2018). La urbanización se debe a que su principal vector, *Lutzomyia longipalpis* puede utilizar hábitats antrópicos, y en esos am-

bientes el principal reservorio son los perros (Purse *et al.* 2017). La enorme mayoría de los casos se registran en Brasil, donde además se produjo un aumento en el número de casos en las últimas décadas especialmente en el noreste el país (Freitas-Lidani *et al.* 2017). La supervivencia del vector y del patógeno se ven favorecidos por temperaturas y humedades más altas, por lo cual se prevé un incremento en el número de casos en el noreste de Brasil frente a distintos escenarios de cambio climático (Purse *et al.* 2017). Sin embargo, también se observó un resurgimiento de casos de leishmaniasis visceral en áreas urbanas de Brasil asociado a períodos de sequía. Esto se explicaría por el movimiento de personas desplazadas por la pérdida de las cosechas debidas a la sequía, migrando desde zonas rurales endémicas hacia las ciudades en búsqueda de mejores oportunidades, llevando consigo el patógeno (Chiteco *et al.* 2000).

Recomendaciones de organismos internacionales y principales indicadores

La Organización Mundial de la Salud hace recomendaciones específicas para la prevención y el control de cada enfermedad de acuerdo a las características propias de cada una. En esta revisión se presenta en forma detallada la que corresponde al dengue, dado que es la enfermedad vectorial más relevante en Sudamérica, y una brevísima reseña de las recomendaciones más importantes para el control de la malaria y de la leishmaniasis visceral.

Dengue

Según la Organización Mundial de la Salud (WHO 2009), la prevención o reducción de la transmisión depende por completo de que se controlen los mosquitos vectores o se interrumpa el contacto entre estos y los seres humanos. Las acciones para controlar la transmisión deben enfocarse en *Aedes aegypti* (el principal vector) en las viviendas y su entorno inmediato, así como en otros lugares donde es probable el contacto entre vectores y humanos (escuelas, hospitales y lugares de trabajo).

Las principales acciones recomendadas se estructuran en tres ejes: el entomológico, el de la colaboración, y el de soporte (Tabla 3):

Tabla 3: Servicios de control de vectores (actividades y objetivos). Adaptado de WHO (2009).

Área de acción	Actividad específica	Objetivo
Entomología		
Monitoreo entomológico	Presencia o abundancia de larvas, pupas o adultos	Describir niveles de infestación y ecología de los estados inmaduros. Monitorear el impacto de medidas de control. Identificar los recipientes más productivos. Estimar el riesgo de transmisión. Evaluar las variaciones diarias y estacionales en la actividad de los vectores.
	Susceptibilidad a insecticidas	Monitorear la resistencia a insecticidas para planificar su utilización.
Operaciones rutinarias de control de vectores	Control de mosquitos, principalmente estados inmaduros	Reducir las poblaciones de vectores a niveles en los cuales la transmisión es prevenida o más lenta.
Operaciones de emergencia de control de vectores	Control de estados inmaduros y adultos	Reducir las poblaciones rápidamente para contener un brote incipiente o interrumpir la transmisión.
Colaboración		
Comunicación y movilización social	Diseño de estrategias de comunicación para informar y movilizar a las comunidades y otros sectores para el control vectorial y manejo de casos	Incrementar la concientización y la colaboración con las acciones recomendadas
Vigilancia epidemiológica	Pasivo: reporte de casos de dengue (probables o confirmados). Activo: verificación de casos, estudios de nexos epidemiológico	Describir tendencias y carga de la enfermedad. Detectar áreas de transmisión. Detectar o predecir brotes.
Soporte		
Coordinación entre agencias	Coordinación entre distintas agencias nacionales e internacionales relacionadas con el control de dengue.	Aumentar la coordinación entre distintos actores. Reducir la superposición de las intervenciones y desperdicio de recursos.
Innovación, entrenamiento, monitoreo y evaluación	Evaluación de técnicas novedosas para usar en el contexto nacional. Programa continuo de entrenamiento para control de vectores. Monitoreo de los programas de control de acuerdo a los criterios establecidos	Incrementar el uso de técnicas nuevas. Asegurar entrenamiento y reentrenamiento adecuado del personal. Asegurar que los programas cumplen con los objetivos previstos.
Logística, administración y finanzas	Apoyar los servicios de control de vectores	Asegurar apoyo logístico, administrativo y financiero.

El documento de la Organización Mundial de la Salud hace especial énfasis en los aspectos de la implementación de estas acciones, que para ser exitosas deben basarse en el avance sobre los siguientes cinco ejes:

Promoción, legislación y movilización social

- La promoción es un proceso mediante el cual se puede influir en grupos de partes interesadas para obtener apoyo y reducir las barreras a iniciativas o programas específicos. Se propone la promoción en distintas áreas como por ejemplo las administrativas, las de regulación y legislación, y también en los medios de comunicación.
- Establecimiento de controles regulatorios o legislativos que favorezcan la salud pública.
- Empoderamiento de las comunidades para favorecer la movilización social para el control de criaderos. Incluye la adecuada comunicación para la modificación de los hábitos y la evaluación de su efectividad.

Colaboración dentro del sector de salud y con otros sectores

- Implementación de todas las opciones de colaboración dentro del sector público y de este con el sector privado.
- Transferencia de la planificación y toma de decisiones (junto con los recursos logísticos y económicos) del nivel central al nivel local.
- Fortalecimiento de la comunicación entre los tomadores de decisión y los responsables de distintos aspectos del control de la enfermedad, por ejemplo entre el monitoreo y control de vectores, la vigilancia epidemiológica, y la educación para la salud.
- Fortalecimiento de la colaboración entre el sector salud y otras áreas gubernamentales (educación, medio ambiente, obras públicas, turismo), organizaciones no gubernamentales y organizaciones sociales.

Abordaje integrado para el control de la enfermedad

- Uso racional de recursos a través de un abordaje de control de varias enfermedades: el control de criaderos puede ampliarse al mosquito *Culex quinquefasciatus*, que comparte los mismos hábitats larvales, o las mejoras en el manejo de los residuos también favorecen la reducción en las poblaciones de roedores y moscas.
- Integración de métodos no químicos y químicos: la reducción de los criaderos debe ser la primera línea de acción, y los métodos químicos deben utilizarse solamente cuando no hay otras opciones disponibles (por ejemplo, el uso de larvicidas en depósitos de agua que no se pueden eliminar ni tapar).
- Integración con otras medidas de control: incluye mejoras en el servicio de suministro de agua y saneamiento, manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, y mejoras en las viviendas y en la infraestructura urbana.

Toma de decisiones basadas en evidencia

- Adaptación de las estrategias e intervenciones a la ecología del vector, epidemiología y recursos locales, en función de investigación operacional, monitoreo de rutina y evaluación de la eficacia de las acciones realizadas.

Desarrollo y fortalecimiento de capacidades

- Desarrollo de infraestructura esencial y recursos financieros adecuados tanto en el nivel nacional como local, en función del análisis de la situación.
- Entrenamiento e incorporación a la estructura del estado de recursos humanos de importancia estratégica, entre otros: entomólogos de salud pública, personal de control de vectores, especialistas ambientales, y especialistas en comunicación social.

En síntesis, la prevención del dengue requiere de un abordaje coordinado entre distintos sectores, involucrando el manejo ambiental, el uso racional de los productos químicos sin basar los programas de control en el uso de éstos, la evaluación de la efectividad de las ac-

ciones, la comunicación para el cambio de hábitos, el monitoreo de vectores y la vigilancia epidemiológica. Todos estos aspectos deben estar presentes en forma permanente y proactiva, fomentando las buenas prácticas y evitando las que se consideran malas prácticas (Tabla 4).

Con respecto a los indicadores, los utilizados habitualmente para la vigilancia epidemiológica son: número de casos de dengue por intervalo de tiempo (sospechosos y confirmados), y por tipo de nexa epidemiológico (casos importados o autóctonos). En algunos lugares se usan indicadores contruidos a partir de esta información y de una línea de base, como por ejemplo el exceso de casos de dengue, que permite anticipar la ocurrencia de una epidemia en el futuro cercano.

Tabla 4: Ejemplos de buenas y malas prácticas en la prevención y control de dengue

Actividad	Buenas prácticas	Malas prácticas
Manejo ambiental	<p>Estudio de la ecología local de los estados inmaduros como base para elegir las intervenciones más apropiadas</p> <p>Integración del control de dengue con servicios de saneamiento, disposición de residuos, acceso al agua y otros programas de control de vectores y plagas</p>	<p>Inversión desproporcionada en métodos de control químico cuando están disponibles medidas de manejo ambiental más sustentables</p> <p>Respuesta predominantemente frente a brotes sin inversión en medidas sostenidas de control vectorial</p>
Control químico	Uso racional de los insecticidas	Uso de métodos de control químico sin evaluación de su eficacia y costo-efectividad, y sin monitorear la susceptibilidad local de los vectores
Servicios municipales	Colaboración intersectorial en el desarrollo o renovación urbanos para minimizar la disponibilidad de hábitat larvales para los vectores de dengue y de otras enfermedades	Promoción del uso de larvicidas para recipientes que contienen agua
Monitoreo entomológico	Monitoreo de las poblaciones de vectores para enfocar el control en tiempo y espacio, y para proporcionar información para mejorar los programas	Generación de datos entomológicos de rutina que no se analizan ni se utilizan en una forma eficiente para la toma de decisiones

Los indicadores entomológicos más utilizados son:

Para estados inmaduros en general

Índice de viviendas = número de casas con estados inmaduros x 100 / número de casas visitadas

Índice de recipientes = número de recipientes con estados inmaduros x 100 / número de recipientes evaluados

Índice de Breteau = número de recipientes positivos x 100 / casas visitadas

También se usa como indicador certero de la productividad el *número de pupas por recipiente*, y como indicador del riesgo epidemiológico el *número de pupas por persona*.

Con respecto a los estados adultos, el indicador usado es *número de ejemplares capturados por esfuerzo de muestreo*. Para la detección en zonas donde la densidad de mosquitos es relativamente baja o se quiere comparar a lo largo del tiempo o cubrir áreas extensas, utiliza el *porcentaje de ovitrampas con huevos*.

Malaria

Los principales ejes de las recomendaciones de la OMS para la malaria (WHO 2021), se basan en la biología de los mosquitos (actividad nocturna), y las características de la enfermedad (parasitaria que no se cura sin tratamiento). En relación al control de los mosquitos, se recomienda la provisión masiva de redes impregnadas en insecticidas para cubrir las camas, que impiden las picaduras durante la noche y matan a los mosquitos que se posan en ellas. Para la enfermedad se recomienda tratamiento con antimaláricos de las personas con diagnóstico confirmado, y eventualmente tratamientos masivos para curar los casos subclínicos y prevenir las infecciones nuevas durante el periodo de protección post-tratamiento.

Estas estrategias fueron exitosas para reducir sustancialmente los casos de malaria a nivel global (Rocklov y Dubrow 2020) y en Sudamérica (Conn *et al.* 2018), sin embargo recientemente el desarrollo de resistencia a los insecticidas en los mosquitos, y a las drogas de los parásitos desafían la continuidad de estos avances (Rocklov y Dubrow 2020).

Leishmaniasis visceral

Al ser una enfermedad de origen zoonótico (los reservorios son animales tanto silvestres como domésticos, en este caso los perros), las medidas de prevención involucran también a estos reservorios. Entre las principales acciones recomendadas por la OMS (PAHO 2019) están: diagnóstico temprano y tratamiento de los casos en humanos, mantenimiento de un sistema de vigilancia epidemiológica para el seguimiento de los casos, reducción del contacto de los vectores con hospedadores susceptibles mediante el monitoreo y control de los vectores, reducción de fuentes de infección para los vectores a través del monitoreo y manejo de reservorios domésticos, educación para la salud y acciones de manejo ambiental.

Los indicadores usados para definir zonas de riesgo en base a los casos en humanos son: el *número de casos nuevos en un año*, la incidencia (*número de casos nuevos / total de la población*), y un índice compuesto trienal que considera el *número de casos y la incidencia durante los últimos tres años*.

En el caso del monitoreo entomológico, los indicadores utilizados son: *número de vectores capturados por área de captura* (domicilio, peridomicilio, borde de la vegetación) y el *promedio del número de vectores obtenidos en las capturas mensuales*, tanto con trampas de luz como con capturas manuales.

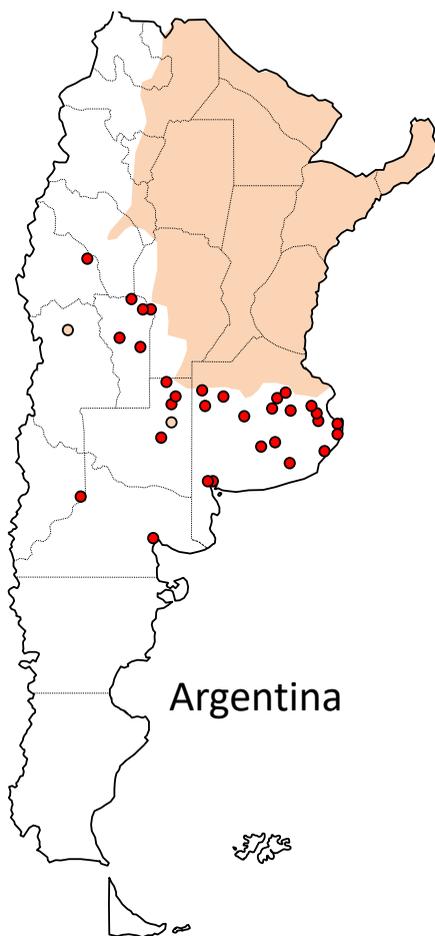
Para el monitoreo de reservorios domésticos (perros), los indicadores usados son: prevalencia en perros (*número de perros infectados / número total de perros en el área*), proporción de perros evaluados (*número de perros infectados analizados / número total de perros en el área*), proporción de perros infectados (*número de perros infectados / número de perros analizados*), proporción de perros infectados sacrificados (*número de perros infectados sacrificados / número de perros infectados*).

Cambios en la distribución en Argentina y respuestas de adaptación a nivel de ciudad

Los cambios en la distribución de *Aedes aegypti* probablemente sean los mejor documentados entre los vectores mencionados, teniendo

mayor cobertura geográfica y recursos involucrados que el monitoreo de otros vectores en áreas urbanas. Esto se debe a la importancia de este vector en las zonas urbanas y la creciente relevancia de las enfermedades que transmite.

Figura 1: Localidades en las cuales se detectó *Aedes aegypti* por primera vez durante la última década



Cambios en la distribución de *Aedes aegypti* y dengue en Argentina durante las últimas décadas

Aedes aegypti

Luego de su erradicación a mediados del siglo pasado, esta especie fue registrada por primera vez en el norte argentino en 1986, en las provincias de Misiones y Formosa, llegando pocos años después en 1991 a la Región Metropolitana de Buenos Aires. Un relevamiento hasta el año 1999 mostró la presencia de este mosquito en distintas localidades de las provincias de Formosa, Chaco, Salta, Jujuy, Catamarca, La Rioja, Tucumán, Santiago del Estero, Córdoba, Santa Fe, Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Buenos Aires y La Pampa (Curto *et al.* 2002). Durante los últimos años la distribución del vector continuó ampliándose, abarcando zonas más frescas hacia el sur y el oeste del país (Figura 1), en provincias como San Juan (Carrizo Páez *et al.* 2016), San Luis (Visintin *et al.* 2009), Neuquén (Grech *et al.* 2013), Buenos Aires (Zanotti *et al.* 2015), La Pampa (Diez *et al.* 2014), y Río Negro (Rubio *et al.* 2020).

En la Ciudad de Buenos Aires, el monitoreo de largo plazo mostró un incremento sostenido de las abundancias a lo largo de dos décadas, que no puede ser explicado solamente por los aumentos en las temperaturas (Fischer *et al.* 2017). Teniendo en cuenta que en estos

Referencias

- ▣ presencia hasta 2007 según Vezzani y Carbajo 2008
- detecciones posteriores en el sur y sur oeste de la distribución, según citas en el texto.

lugares la temperatura es el principal limitante de las abundancias, en escenarios de cambio climático se espera una expansión aún mayor de esta especie (Carbajo *et al.* 2019), incluso sin considerar aspectos como la adaptación de los mosquitos a las temperaturas más bajas. (Figura 1)

Dengue

Acompañando los cambios en la distribución del vector, también se fueron incrementando gradualmente los casos de dengue en Argentina. Los primeros casos se registraron en 1998 y a partir de entonces hubo casos todos los años (Figura 2). Durante la primera década posterior se observaron brotes relativamente menores, y posteriormente se registraron tres epidemias de importante magnitud, con más de 26.000 casos en 2009, más de 79.000 en 2016, y más de 59.000 en 2020. A diferencia de los primeros años, cuando los casos se registraban principalmente en la región subtropical al norte del país, en las tres epidemias mencionadas los casos abarcaron tanto la región subtropical como la región templada, incluyendo las zonas urbanas más populosas del país (Figura 2). La frecuencia y magnitud de las epidemias parece estar aumentando, lo que estaría en coincidencia con el aumento en la distribución y abundancia del vector en la región.

La variación interanual en el número de casos se relaciona estrechamente con la situación regional, es decir la ocurrencia de casos de dengue en los países limítrofes (Carbajo *et al.* 2019). Esto se debe a que en Argentina el dengue no es endémico, es decir que no se mantienen ciclos de transmisión durante todo el año, por lo cual el comienzo de un brote (o una epidemia) depende de la cantidad de casos importados que llegan, ya que las variaciones interanuales en las abundancias de mosquitos no son tan pronunciadas (Fischer *et al.* 2017, Estallo *et al.* 2020), y son suficientes para que se pueda producir la transmisión. (Figura 2)

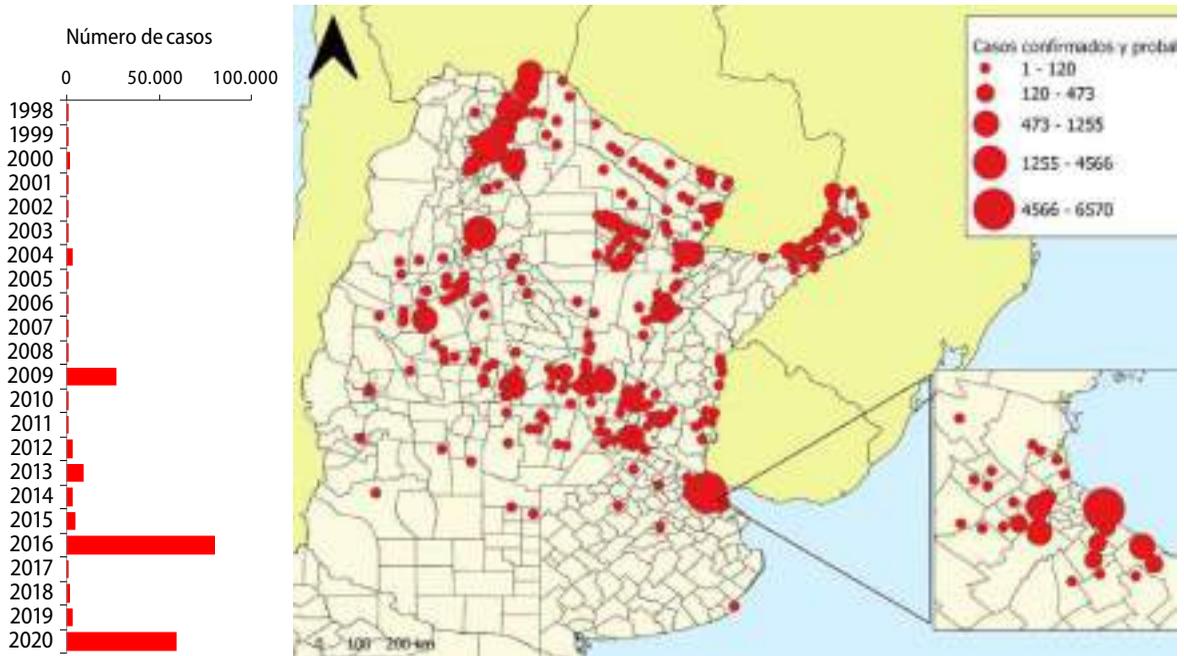
Programas de monitoreo de *Aedes aegypti* en ciudades argentinas

Las directrices del Ministerio de Salud de Argentina (Ministerio de Salud de la Nación 2010) propone para la prevención y control del dengue una serie de medidas que apuntan al manejo integrado del mos-

Figura 2: Dengue en la Argentina

Casos entre 1998 y 2020

Distribución de los casos durante la epidemia de 2020 hasta mayo



Fuente: PAHO 2021

Fuente: Ministerio de Salud de la Nación 2020

quito *Aedes aegypti*, en coincidencia con lo sugerido por la OMS. Entre las acciones relacionadas con el monitoreo entomológico se incluyen por un lado la evaluación de los estados inmaduros en recipientes y la estimación de los índices larvarios asociados, y el monitoreo de actividad de las hembras a través de ovitrampas. Este monitoreo se propone como un proceso descentralizado (bajo la responsabilidad de los municipios, y con el apoyo de las provincias y nación si fuera necesario), sostenible y evaluable, orientado al registro sistemático de información entomológica para su análisis constantes (Ministerio de Salud de la Nación 2010). Una de las ventajas de la transferencia de la responsabilidad a los municipios es que en cada caso se contempla la situación local en relación a los casos de dengue y a la presencia del vector. Sin embargo, muchas veces en los niveles de municipio no están disponibles los recursos humanos y financieros para sostener programas de monitoreo de vectores, especialmente en el largo plazo, donde también los cambios políticos pueden ser un obstáculo para la continuidad.

En Argentina existe una enorme variedad entre ciudades en cuanto a la existencia y características de los programas de monitoreo de *Aedes aegypti*. Cabe señalar que es información que no está sistematizada ni centralizada, justamente porque es llevada a cabo por los municipios, por lo cual la información que se presenta en esta sección surgen de la consulta con numerosos colegas, que aportaron su experiencia de participación en programas de monitoreo tanto desde la academia como desde la función pública. Es importante resaltar que no se trata de un relevamiento exhaustivo de programas de monitoreo, que sería extremadamente difícil dada la dispersión de la información, sino más bien una recopilación que intenta representar distintos aspectos de la diversidad de actores y metodologías en distintas ciudades o provincias de nuestro país.

Las dos metodologías de monitoreo utilizadas para *Aedes aegypti* son la *evaluación de la presencia mediante ovitrampas* y la *evaluación de la presencia y abundancia mediante el relevamiento de criaderos*.

En el caso de las ovitrampas (sensores de oviposición), es un método altamente costo efectivo, ya que permite abarcar mayor cantidad de territorio con mínimo esfuerzo de muestreo, y por lo tanto se puede sostener a lo largo de todo el año o temporada de actividad del mosquito dependiendo de la región. A partir de la información que se obtiene se puede conocer la dinámica espacio-temporal del mosquito, y elaborar mapas de riesgo para definir zonas prioritarias de acción. Este tipo de monitoreo fue realizado con distinta extensión temporal en distintas ciudades, por ejemplo: Ciudad de Buenos Aires (1998 y sigue), Vicente López (2003 y sigue), Córdoba (2009-2013), San Ramón de la Nueva Orán (2005-2007, 2017 y sigue), Santa Fe (2013 y sigue), Monte Vera (2016 y sigue), La Rioja (2016-2017), Santo Tomé (2016-2018), Reconquista (2020 y sigue), San Clemente (2020 y sigue), Santa Teresita (2020 y sigue), Río Cuarto (2019-2020), Villa María (2019-2020), Salsipuedes (2019-2020), Eldorado (2017-2018).

En el caso de los estudios de los estados inmaduros, la información que proporciona es necesaria para identificar cuáles son los tipos de recipientes más productivos localmente, y estimar abundancia de mosquitos, lo cual especialmente en el caso de las pupas puede rela-

cionarse con el riesgo epidemiológico. Esta metodología requiere de gran cantidad de recursos humanos, por lo cual resulta relativamente más costosa. Este tipo de monitoreo fue realizado en varias ciudades, en general cuando hay apoyo de organismos provinciales que aportan una parte importante del financiamiento o los recursos humanos, por ejemplo: Córdoba (2009-2017), varias ciudades de Salta en los departamentos de Orán, San Martín, Anta, Metán y Rosario de la Frontera (periódicamente), Tartagal (2009-2014), y en menor escala en Ciudad de Buenos Aires (1998-2001 y algunos intermitentes posteriores), Vicente López (2009, 2011, 2019), Eldorado (2018-2020).

Cabe señalar que en algunos casos el monitoreo involucra gran cantidad de personas, lo cual es una restricción para su implementación en todos los municipios en caso de no estar acompañado de los recursos financieros y logísticos correspondientes. Otra limitación que surgió en las consultas realizadas son los cambios de gestión asociados a los tiempos de la política; muchas veces, con el cambio de signo político se interrumpen los programas que venían funcionando, o se les restringen recursos que previamente tenían asignados.

En relación a las tendencias a largo plazo observadas, en pocos casos hay suficiente información debido a la falta de continuidad de los programas de monitoreo, por lo cual es difícil sacar conclusiones generales. Es claro que para algunas ciudades de la región templada se observa un aumento gradual de las abundancias a lo largo de los años, por ejemplo en Ciudad de Buenos Aires (Fischer *et al.* 2017) o en Santa Fe (comunicación personal Dr. Juan Claus). Esto, sumado a la expansión reciente de la distribución, indica que en la región templada las abundancias del mosquito estarían en un proceso de incremento, aumentando también el riesgo de transmisión.

Casos de intervenciones en ciudades e impacto sobre las abundancias

Existen pocos casos documentados de éxito de las intervenciones para reducir las abundancias de mosquitos y prevenir el dengue, si bien a continuación se mencionan dos ejemplos. El primero es la disminución de los valores actuales de abundancia de *Aedes aegypti*

respecto de los históricos en Tartagal y en San Ramón de la Nueva Orán, en este último caso atribuible a las acciones de control y concientización realizadas (comunicación personal Dr. José Gil). Por otro lado, las acciones de descacharrado llevadas a cabo el año previo a la epidemia de 2020 podrían explicar la disminución de los casos respecto de la epidemia anterior, por ejemplo en Vicente López (comunicación personal Lic. Fabio Gribaudo).

Es claro que para poder hacer una prevención exitosa será necesario un mayor esfuerzo de monitoreo sostenido, orientado a aportar información relevante para el control, pero también la evaluación de la efectividad de las medidas de control realizadas, para realizar los ajustes metodológicos necesarios. Uno de los paradigmas que obstaculiza las intervenciones efectivas es que la fumigación resuelve el problema (observado durante la última epidemia en numerosos municipios del país), por lo cual se basa todo el esfuerzo en este tipo de actividades, y no se involucra a las comunidades en la eliminación activa de los recipientes.

Bibliografía

- Barclay E**, 2008. Is climate change affecting dengue in the Americas? *The Lancet* 371, 973-974. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60435-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60435-3)
- Caminade C y K M McIntyre**, 2019. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1436, 157-173. <https://doi.org/10.1111/nyas.13950>
- Campbell L P, C Luther, D Moo-Llanes, J M Ramsey, R Danis-Lozano y A T Peterson**, 2015. Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors. *Phil. Trans. R. Soc. B* 370, 20140135. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0135>
- Campbell-Lendrum D, L Manga, M Bagayoko y J Sommerfeld**, 2015. Climate change and vector-borne diseases: what are the implications for public health research and policy? *Phil. Trans. R. Soc. B* 370, 20130552. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0552>
- Carbajo A E, M V Cardo, P C Guimarey, A A Lizuain, M P Buyayusqui, T Varela, M E Utgés, C M Giovacchini y M S Santini**, 2019. Is autumn the key for dengue epidemics in non endemic regions? The case of Argentina. *PeerJ* 6, e5196; DOI 10.7717/peerj.5196. <https://doi.org/10.7717/peerj.5196>
- Carrizo Páez R E, M A Carrizo Páez y A F Murúa**, 2016. First record of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). En San Juan, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 75, 93-95. <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/22301>
- Curto S I, R Boffi, A E Carbajo, R Plastina y N Schweigmann**, 2002. Reinfestación del territorio argentino por *Aedes aegypti*. Distribución geográfica (1994-1999). En: Actualizaciones en Artrópodos Sanitaria Argentina (O D Salomón Comp.). Fundación Mundo Sano, Buenos Aires, pp. 127-137.
- Conn J E, M E Grillet, M Correa y M A M Sallum**, 2018. Malaria Transmission in South America-Present Status and Prospects for Elimination. En: *Towards Malaria Elimination - A Leap Forward* (Manguin S y V Dev Eds.). IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69750>
- Diez F, V J Breser, E M Quirán y G C Rossi**, 2014. Infestation levels and new records of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in La Pampa Province, Argentina. *Revista Chilena de Entomología* 39, 67-72. http://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/2014v39/08-Diez_el_al_2014.pdf
- Eisen L, A J Monaghan, S Lozano Fuentes, D F Steinhoff, M H Hayden y P E Bieringer**, 2014. The impact of temperature on the bionomics of *Aedes (Stegomyia) aegypti*, with special reference to the cool geographic range margins. *Journal of Medical Entomology* 51, 496-516. <https://doi.org/10.1603/ME13214>
- Estallo E L, R Sippy, A M Stewart-Ibarra, M G Grech, E M Benitez, F F Ludueña Almeida, M Ainete, M Frias-Céspedes, M Robert, M M Romero y W R Almiron**, 2020. A decade of arbovirus emergence in the temperate southern cone of South America: dengue, *Aedes aegypti* and climate dynamics in Córdoba, Argentina. *Heliyon* 6, e4858. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04858>
- Fischer S, M S De Majo, L Quiroga, M Paez y N Schweigmann**, 2017. Long-term spatio-temporal dynamics of the mosquito *Aedes aegypti* in temperate Argentina. *Bulletin of Entomological Research* 107, 225-233. <https://doi.org/10.1017/S0007485316000869>
- Freitas Lidani K C, F A Andrade, M R P A Tizzot, M C V Costa-Ribeiro, M H Beltrame y I J Messias-Reason**, 2017. Visceral Leishmaniasis and natural infection rates of *Leishmania* in *Lutzomyia longipalpis* in Latin America. En: *Epidemiology and ecology of Leishmaniasis* (Inceboz T Ed.). IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/65787>
- Ghiteco A K, S W Lindsay, U E Confalonieri y J A Patz**, 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization* 78, 1136-1147. [https://www.who.int/bulletin/archives/78\(9\)1136.pdf](https://www.who.int/bulletin/archives/78(9)1136.pdf)
- Grech M, A Visintin, M Laurito, E Estallo, P Lorenzo, I Roccia, M Korin, F Goya, F Ludueña Almeida y W Almirón**, 2013. New records of mosquito species (Diptera: Culicidae)

- from Neuquén and La Rioja provinces, Argentina. *Revista de Saude Publica* 46, 387-389. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102012005000007>
- Gubler D J**, 2011. Dengue, Urbanization and Globalization: The Unholy Trinity of the 21st Century. *Tropical Medicine and Health* 39, 3-11. <https://doi.org/10.2149/tmh.2011-S05>
- IPCC**, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Pachauri R K y L A Meyer Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- Juliano S A, G F O'Meara, J R Morrill y M M Cutwa**, 2002. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia* 130, 458-469. <https://doi.org/10.1007/s004420100811>
- Lata K, G Das, R Verma y R P S Baghel**, 2018. Impact of climate variability on occurrence and distribution of vector and vector-borne parasitic diseases. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6, 1388-1393. <https://www.entomoljournal.com/archives/2018/vol6issue4/PartX/6-3-318-512.pdf>
- Magrin G O, J A Marengo, J P Boulanger, M S Buckeridge, E Castellanos, G Poveda, F R Scarano y S Viciña**, 2014. Central and South America. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Barros V R, C B Field, D J Dokken, M D Mastrandrea, K J Mach, T E Bilir, M Chatterjee, K L Ebi, Y O Estrada, R C Genova, B Girma, E S Kissel, A N Levy, S MacCracken, P R Mastrandrea y and L L White Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566. https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-FrontMatterB_FINAL.pdf
- Ministerio de Salud de la Nación**, 2020. Boletín epidemiológico N° 497, semana epidemiológica 21/2020.
- Ministerio de Salud de la Nación**, 2010. Directrices para la prevención y control de *Aedes aegypti*. <https://bancos.salud.gob.ar/recurso/directrices-para-la-prevencion-y-control-de-aedes-aegypti>
- Ogden N H**, 2017. Climate change and vector-borne diseases of public health significance. *FEMS Microbiology Letters* 364, fnx186. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx186>
- OMS**, 2020. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>
- PAHO**, 2019. Manual of procedures for leishmaniasis surveillance and control in the Americas. Pan American Health Organization. Washington, D.C. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51838>
- PAHO**, 2021. Dengue cases reported in the Americas. <https://www.paho.org/data/index.php/es/temas/indicadores-dengue/dengue-nacional/9-dengue-pais-ano.html?start=2>
- Poveda G, O A Estrada-Restrepo, J E Morales, O O Hernández, A Galeano y S Osorio**. 2011. Integrating knowledge and management regarding the climate-malaria linkages in Colombia. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3, 448-460. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.10.004>
- Purse B V, D Masante, N Golding, D Pigott, J C Day, S Ibañez-Bernal, M Kolb y L Jones**, 2017. How will climate change pathways and mitigation options alter incidence of vectorborne diseases? A framework for leishmaniasis in South and Meso-America. *PLoS ONE* 12(10), e0183583. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183583>
- Rocklov J y R Dubrow**, 2020. Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. *Nature Immunology* 21: 479-483. <https://doi.org/10.1038/s41590-020-0648-y>
- Rubio A, M V Cardo, D Vezzani y A E Carbajo**, 2020. *Aedes aegypti* spreading in South America: new coldest and southernmost records. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*: 115, e190496. <https://doi.org/10.1590/0074-02760190496>
- Russell B M, B H Kay y W Shipton**. 2001. Survival of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) eggs in surface and subterranean breeding sites during the Northern Queensland dry season. *Journal of Medical Entomology* 38, 441-445. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.3.441>
- Schmidt C A, G Comeau, A J Monaghan, D J Williamson y K C Ernst**, 2018. Effects of desiccation stress on adult female longevity in *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* (Diptera:

- Culicidae): results of a systematic review and pooled survival analysis. *Parasites & Vectors* 11, 267. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2808-6>
- Siraj A S, M Santos-Vega, M J Bouma, D Yadeta, D Ruiz Carrascal y M Pascual**, 2014. Altitudinal Changes in Malaria Incidence in Highlands of Ethiopia and Colombia. *Science* 343, 1154. <https://doi.org/10.1126/science.1244325>
- Soto C A**, 2019. Eliminación de la malaria autóctona en Argentina: historia de una lucha y el riesgo del olvido. *Revista Argentina de Microbiología* 12, 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.11.001>
- Vezzani D y A E Carbajo**, 2008. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and dengue in Argentina: current knowledge and future directions. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 103, 66-74. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008005000003>
- Vincenti-Gonzalez M F, A Tami, E F Lizarazo y M E Grillet**, 2018. ENSO-driven climate variability promotes periodic major outbreaks of dengue in Venezuela. *Scientific Reports* 8: 5727. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24003-z>
- Visintin A M, M Laurito, L A Diaz, G Benítez Musicant, C Cano, R Ramírez y W R Almirón**, 2009. New records of mosquito species for central and Cuyo regions in Argentina. *Journal of the American Mosquito Control Association* 25, 208-209. <https://doi.org/10.2987/08-5702.1>
- WHO**, 2009. Dengue. Guidelines for diagnosis, treatments, prevention and control. 160 pp. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44188>
- WHO**, 2018. Leishmaniasis. Epidemiological report of the Americas. *Leishmaniasis Report* 6. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/53090>
- WHO**, 2021. WHO Guidelines for Malaria. 210 pp. <https://www.who.int/publications/i/item/guidelines-for-malaria>
- Wilson J A, E R Morgan, M Booth, R Norman, S E Perkins, H C Hauffe, N Mideo, J Antonovics, H McCallum y A Fenton**, 2017. What is a vector? *Phil. Trans. R. Soc. B* 372, 20160085. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0085>
- Zanotti G, M S De Majo, I Alem, N Schweigmann, R Campos y S Fischer**, 2015. New records of *Aedes aegypti* at the southern limit of its distribution in Buenos Aires province, Argentina. *Journal of Vector Ecology* 40, 408-411. <https://doi.org/10.1111/jvec.12181>