



MOSQUITOS: EL LARGO VIAJE DEL *Aedes Aegypti* CADA VEZ MÁS AL SUR

Cada año, más de 1000 millones de personas son infectadas y más de un millón de personas mueren a causa de enfermedades transmitidas por vectores en todo el mundo; el transmisor del dengue, que vive en espacios domiciliarios, gana territorio desde la década de los 90

Por Ernesto De Titto y Atilio Savino

Cuando en la década del 70 *The Doors* hizo a los mosquitos protagonistas de su música probablemente sus miembros estaban lejos de considerarlos desde una perspectiva sanitaria. Sin embargo, hacía ya largo tiempo que se conocía su importancia como mediadores de diversas enfermedades.

Las enfermedades infecciosas producidas por virus, parásitos y bacterias propagados al ser humano por otros organismos, como por ejemplo insectos -mosquitos, garrapatas, flebótomos, y caracoles son conocidas como enfermedades transmitidas por vectores (ETVs), y contribuyen significativamente a la carga mundial de morbilidad, ya que causan

epidemias que perturban la seguridad sanitaria y tienen un impacto socioeconómico significativo en todo el mundo.

La OMS estima que una sexta parte de la carga de enfermedad y discapacidad que se sufre en todo el mundo se debe a ETVs, y más de la mitad de la población mundial está actualmente en riesgo. Cada año, más de mil millones de personas son infectadas, y más de un millón de personas mueren a causa de ETVs como el paludismo, el dengue, la esquistosomiasis, la leishmaniasis, la enfermedad de Chagas y la tripanosomiasis africana [1,2]. Además de las muertes, muchas ETVs, como la filariasis linfática (producida por gusanos -nematodos- transmitidos por mosquitos del género *Culex*) y la oncocercosis (causada por la filaria

Onchocerca volvulus y transmitida a los humanos por las moscas negras del género *Simulium*), también causan significativo debilitamiento y sufrimiento, contribuyendo a incrementar la carga general de morbilidad [1,3].

Algunas especies transmisoras de enfermedades vectoriales han expandido exitosamente su hábitat a escala mundial (por ejemplo, el mosquito de la fiebre amarilla, *Aedes aegypti*, que transmite los virus de la fiebre amarilla, del dengue y del chikungunya [4]; el complejo *Culex pipiens*, vector de la filariasis linfática y de arbovirus como los virus del Nilo Occidental y del Valle del Rift [5]; el mosquito tigre asiático, *Aedes albopictus*, otro vector importante de virus del dengue y el chikungunya [6]).

A los cambios en el área de dispersión, vinculados en alguna medida con factores antropogénicos como las migraciones, el comercio y aún las acciones de salud pública, se agregaron más recientemente las presiones selectivas del cambio climático que no es geográficamente

Ernesto De Titto es doctor en Ciencias Químicas. Consultor en salud ambiental. Retirado del CONICET (ex-miembro de la Carrera del Investigador Científico 1987-2016). Ex Director Nacional de Determinantes de la Salud e Investigación del Ministerio de Salud de la Nación. Docente de posgrado de la Universidad ISALUD y la Universidad de Buenos Aires. Ha presentado numerosos proyectos de investigación referidos a salud, ambiente, residuos, entre otras cosas

Atilio Savino es contador y economista, director de la Diplomatura en Gestión Integral de los Residuos Urbanos de ISALUD y presidente de la Asociación para el Estudio de los Residuos Sólidos (ARS). Fue secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2003-2006).



“El mosquito *Aedes aegypti*, procedente de África, se expandió a comienzos del siglo XX por la mayor parte de América Central y Sudamérica. El primer brote conocido de dengue en la Argentina se produjo en 1916”

uniforme y genera un factor adicional de selección sobre las poblaciones de vectores.

Un ejemplo de ello es la especie *Aedes japonicus japonicus*, un mosquito nativo del norte de Japón y la península coreana, que se ha expandido recientemente a un clima diferente. Durante los duros inviernos en esa parte del mundo, *Ae. j. japonicus* sobrevive como huevos que eclosionan poco después de que llegan las temperaturas más cálidas de primavera. Su reciente expansión en América del Norte templada y Europa fue inesperada, pero no sorprendente. Sin embargo, fue una sorpresa que esta especie también estableciera poblaciones en la isla de Hawái y se esté extendiendo al sureste de los Estados Unidos, que es mucho más cálido. Esta especie ha sido implicada como vector competente de varias enfermedades en estudios de laboratorio, incluyendo virus de chikungunya y dengue, encefalitis equina oriental, encefalitis japonesa, virus La Crosse, fiebre del Valle del Rift, encefalitis de San Luis y el virus del Nilo Occidental, y porque se alimenta tanto de humanos como de mamíferos no humanos pueden actuar como un vector puente para los seres humanos de estas y otras enfermedades [revisado en 7].

Además, *Ae. j. japonicus* es representativo de otros mosquitos vectores de enfermedades y su potencial para respuestas evolutivas al cambio climático. Comparte con *Ae. albopictus* y *Ae. aegypti*, la capacidad de alimentarse en gran medida de los seres humanos, poner huevos con eclosión retardada en pequeños recipientes, que facilita su transporte y, como la mayoría de los artrópodos poiquiloterms (que carece de mecanismos internos reguladores de la temperatura del cuerpo), presenta una dinámica poblacional dependiente de la temperatura [8].

El poder de los Aedes

En los últimos años el potencial de distribución mundial de los virus transmitidos por mosquitos ha recibido considerable atención de la investigación, en particular en lo que respecta a los virus transmitidos por los mosquitos Aedes [9-11]. *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* [12, 13] se propagaron esencialmente en todo el mundo en latitudes bajas y medias, resultando vectores particularmente eficientes para la transmisión de enfermedades a los seres humanos, en especial en entornos suburbanos [14].

Con el empleo de técnicas de enfoques correlativos de modelado de

nichos ecológicos para evaluar la distribución potencial de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* se estima que para las condiciones climáticas futuras, con la excepción de cambios regionales pequeños, el potencial de distribución de estas dos especies será relativamente estable en el futuro cercano. De modo que los cambios en el clima mundial en las próximas décadas no se traducirán en cambios inmediatos en la distribución en estas especies vectoriales.

Sin embargo, no debe perderse de vista que las distribuciones de mosquitos son muy dinámicas en el espacio y el tiempo, ya que sus ciclos de vida son cortos y están fuertemente influenciados por la variación ambiental. Se espera que en el mediano plazo estas dos especies vectoriales amplíen su distribución (i) en el este de América del Norte, (ii) más al sur de América del Sur (particularmente en *Ae. aegypti*); (iii) localmente hacia el norte hacia el sur de Europa, iv) más ampliamente en el África Central, v) más ampliamente en Asia Oriental y vi) en el norte y el este de Australia (*Ae. albopictus*) [15].

No obstante, el rol relativo y la importancia de estas dos especies en la transmisión del dengue parecen ser desiguales. Estudios recientes indicaron que *Ae. albopictus* no parece impulsar grandes brotes de dengue [16], de tal forma que *Ae. aegypti* emerge como el principal mediador de la transmisión del dengue a gran escala. Sin embargo, estos desequilibrios pueden no mantenerse para otras enfermedades transmitidas por los Aedes, como el chikungunya, que es fácilmente transmitido por *Ae. albopictus*, al menos en algunos casos [17], y que ha mostrado una reciente expansión distribucional importante [18].

Por otra parte, si bien la relación entre la temperatura y la dinámica de replicación/transmisión viral en muchos sistemas biológicos no es sencilla, la cinética de replicación viral en células cultivadas en insectos depende de la temperatura, siendo la conexión viral y la infección celular más eficientes a temperaturas más altas [19].

Qué pasa en la Argentina

El mosquito *A. aegypti*, vector procedente de África cuya expansión hacia las Américas se debió principalmente al comercio marítimo desarrollado a partir del siglo XVIII, [20] se expandió a comienzos del siglo XX por la mayor parte de América Central y Sudamérica. El primer brote conocido de dengue en la Argentina se produjo en 1916.

Las campañas de control realizadas por la Organización Panamericana de la Salud dieron lugar a un retroceso del área colonizada por *A. aegypti* hacia mediados del siglo XX: en la década de 1970, sólo se detectaban casos en el sector insular de América Central y el extremo norte de Sudamérica. Sin embargo, una década más tarde se produjo una reinvasión del vector hacia el sur y la enfermedad alcanzó nuevamente el territorio argentino. Como se

ilustra en la figura 1, la expansión del área sigue creciendo hasta nuestros días.

Desde la década del 90 el dengue se instaló en nuestro país, en general con un número relativamente bajo de casos que incluyen algunos autóctonos y otros importados de países vecinos relacionados con el importante número de viajeros que por razones comerciales y familiares intercambiamos con ellos. Los casos confirmados se presentan en la figura 2 y la estimación de la distribución del riesgo en la figura 3, donde se puede ver que las zonas más pobladas del país están incluidas.

El *A. aegypti* es un mosquito que vive preferentemente en espacios urbanos, ya que allí encuentra grandes concentraciones de población para alimentarse. Su desarrollo en un espacio geográfico y momento determinado responde a un origen multicausal; su permanencia y dinámica depende de variables ecológicas, climáticas, socioeconómicas, políticas y hasta culturales [21].

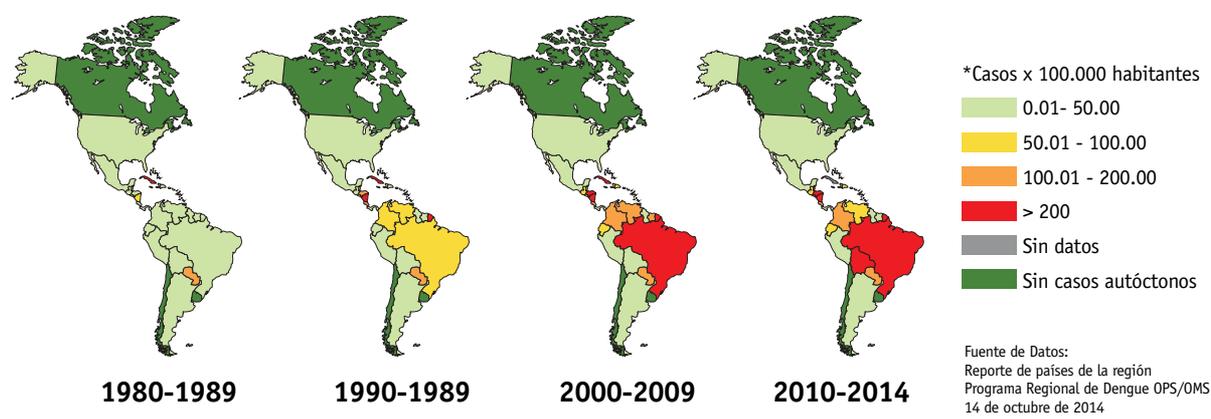
Diversos estudios demostraron la importancia que tiene el tipo de edificación y las características del entorno en la presencia del mosquito. Su presencia está más asociada a densidades de edificación media,

preferentemente casas con jardines e industrias, que con edificación elevadas y zonas con parques. También los desagües pluviales, los canales, las zonas inundables y los basurales se identificaron como lugares de mayor riesgo de proliferación del mosquito [22,23].

En la actualidad, el dengue es uno de los principales problemas de salud pública en el mundo. La OMS estima que 80 millones de personas se infectan anualmente, cerca de 550 mil enfermos necesitan de hospitalización, 20 mil mueren como consecuencia de esta enfermedad, más de 2.500 millones de personas en riesgo de contraer la enfermedad y más de 100 países tienen transmisión endémica.

Los grandes cambios demográficos, que han dado por resultado una gran ampliación desorganizada de las zonas urbanas, junto con el aumento del uso de recipientes no biodegradables y un método deficitario de recolección de residuos sólidos, incrementan el número de recipientes que acumulan agua, y que actúan como criaderos potenciales del vector, lo cual aumenta el riesgo de ocurrencia de casos de dengue. Por otro lado, la gran capacidad adaptativa del vector, el uso intensivo de insecticidas con la consiguiente aparición de resistencia y

Figura 1. Incidencia* del dengue en las Américas, 1980-2014

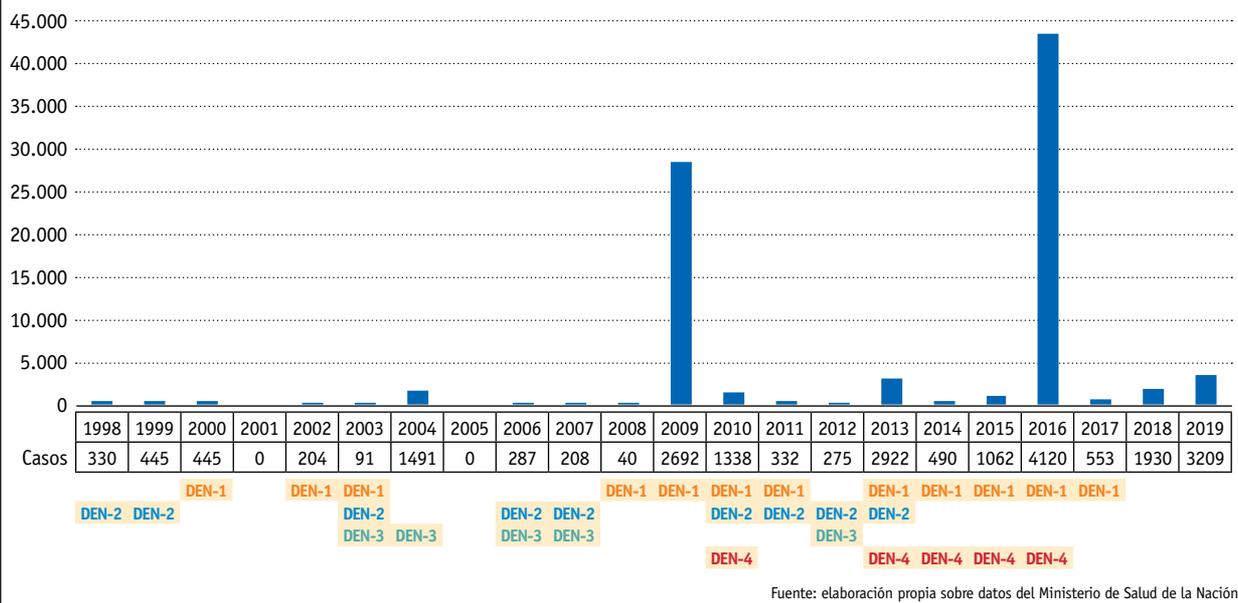


**Queremos
que más gente
se cuide.**

Sumate vos también.



Figura 2. Casos confirmados de dengue



el cambio climático complican día a día la situación.

Existen cuatro tipos de dengue, llamados correlativamente desde DEN-1 a DEN-4. Si un individuo se infecta con cualquiera de ellos, sólo queda protegido de por vida para ese serotipo y no para cualquiera de los restantes. Ahora bien, si llegara a infectarse, además, con alguno de los restantes se incrementa el riesgo de presentar cuadros clínicos muy complejos.

Si bien las epidemias anteriores en Argentina tuvieron un recorrido distinto (la de 2009 –con DEN-1– empezó tarde, casi en otoño; la de 2016 –básicamente DEN-1 y poco DEN-4– en diciembre y se mantuvo a lo largo de todo el verano, generando mayor cantidad de casos), el pico habitual en la Argentina se da a mediados de febrero.

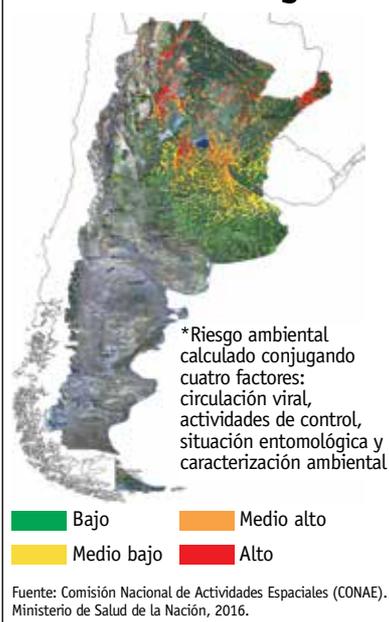
Con cifras históricas para la región América latina y Caribe (más de 3 millones de casos confirmados entre 2019 y 2020 y más de 1500 decesos; solo en 2020 la cifra se eleva a 125.000 y sigue en aumento), es esperable un pico de dengue en el país. En la región, sobre todo en

Brasil y en Paraguay, la epidemia es histórica, con el agravante de que está entrando DEN-4, mientras las epidemias anteriores fueron con el 1 y el 2, y cuando cambia el serotipo, como dijimos, hay mayor posibilidad de enfermedad grave y muerte. Recordemos que la salud de los individuos depende no sólo de su posibilidad de acceso a bienes materiales

básicos (como alimentación, agua, ingresos, vivienda, etc.) sino también de sus niveles de inserción social. Por ello, toda actividad de prevención debe pensar y actuar sobre los determinantes de la salud implicando a estas desigualdades sociales. *Ae. aegypti* es un mosquito con hábitos típicamente domiciliarios. Si bien se ha urbanizado, cuando la presión sobre sus poblaciones ha sido muy marcada se comprobó su existencia en ámbitos periurbanos e incluso silvestres. Los sitios de cría del *Ae. aegypti* son fundamentalmente artificiales: urbanos (en baldíos, cementerios, desarmaderos, basurales) o domésticos (neumáticos, foreros, botellas, bebederos de animales, latas abiertas o contenedores de cualquier tipo, depósito de agua de bebida, cisternas, vasijas, tinajas, todo tipo de recipientes en desuso, aun pequeños); *Ae. aegypti* se mueve en un radio de 40 ó 50 metros, es raro que cruce la calle: si en la manzana está todo lo que necesita, se queda ahí, esa es la unidad epidemiológica que hay que cuidar.

Los factores vinculados a la salud ambiental más relacionados con ne-

Figura 3. Mapa de riesgo ambiental de dengue*



cesidades básicas (provisión de agua corriente, cloacas, gestión de residuos sólidos urbanos, saneamiento de predios, remediación de suelos, gestión de aguas) constituyen prerrequisitos para establecer niveles de mejor salud y constituyen la primera y la más importante defensa contra enfermedades vectoriales. En el caso del dengue, son estas las acciones que prioritariamente deben ser encaradas como principal estrategia de prevención y control de la enfermedad. Los plaguicidas resultan tolerables únicamente en el marco de un control integrado de plagas, en manos de un profesional, en el marco de un plan de gestión sustentable, en cumplimiento de normas sujetas a la dinámica propia de los avances científicos en la materia y siempre y cuando no puedan ser reemplazados por alternativas no químicas [24]. La prevención hay que hacerla en invierno, cuando los huevos que quedaron en estado de latencia aún no eclosionaron, es decir, un programa que dure todo el año y no una campaña en febrero. Porque ya sabemos que la fumigación no sirve para nada. No sirve para los huevos, no sirve para las larvas, no cumple ningún rol [25]. 

Referencias

1. WHO. 2008 The global burden of disease: 2004 update. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
2. Lozano R, M Naghavi, K Foreman, S Lim, K Shibuya et al. 2012 Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet* 380, 2095–2128. (doi:10.1016/S0140-6736(12)61728-0).
3. Murray CJ, T Vos, R Lozano, M Naghavi, AD Flaxman et al. 2012 Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet* 380, 2197–2223. (doi:10.1016/S0140-6736(12)61689-4).
4. Powell JR, Tabachnick WJ. 2013 History of domestication and spread of *Aedes aegypti*: a review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 108, 11–17. (doi:10.1590/0074-0276130395).
5. Farajollahi A, Fonseca DM, Kramer LD, Marm Kilpatrick A. 2011 'Bird biting' mosquitoes and human disease: a review of the role of *Culex pipiens* complex mosquitoes in epidemiology. *Infect. Genet. Evol.* 11, 1577–1585. (doi:10.1016/j.meegid.2011.08.013).
6. Rochlin I, Ninivaggi DV, Hutchinson ML, Farajollahi A. 2013 Climate change and range expansion of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) in Northeastern USA: implications for public health practitioners. *PLoS ONE* 8, e60874. (doi:10.1371/journal.pone.0060874).
7. Egizi A, NH Fefferman, DM Fonseca. 2015 Evidence that implicit assumptions of 'no evolution' of disease vectors in changing environments can be violated on a rapid timescale *Philosophical Transactions B* 370(1665)https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0136
8. Brady OJ, et al. 2013 Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasite Vectors* 6, 351. (doi:10.1186/1756-3305-6-351).
9. Rogers D, A Wilson, S Hay S, A Graham. 2006 The global distribution of yellow fever and dengue. *Adv. Parasitol.* 62, 181–220. (doi:10.1016/S0065-308X(05)62006-4).
10. Van Kleef E, H Bambrick, S Hales. 2010 The geographic distribution of dengue fever and the potential influence of global climate change. *TropIKA.net*. Ver http://journal.tropika.net/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2078-86062010005000001&lng=en. [Google Scholar](#)
11. Jentes ES, et al. 2011 The revised global yellow fever risk map and recommendations for vaccination, 2010: consensus of the Informal WHO Working Group on Geographic Risk for Yellow Fever. *Lancet Infect. Dis.* 11, 622–632. (doi:10.1016/S1473-3099(11)70147-5).
12. Caminade C, JM Medlock, E Ducheyne, KM McIntyre, S Leach, M Baylis, AP Morse. 2012 Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios. *J. R. Soc. Interface* 9, 2708–2717. (doi:10.1098/rsif.2012.0138).
13. Erickson RA, K Hayhoe, SM Presley, LIS Allen, KR Long, SB Cox. 2012 Potential impacts of climate change on the ecology of dengue and its mosquito vector the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*). *Environ. Res. Lett.* 7, 034003. (doi:10.1088/1748-9326/7/3/034003).
14. Massad E, Burattini MN, Coutinho FAB& Lopez LF. 2003 Dengue and the risk of urban yellow fever reintroduction in São Paulo state, Brazil. *Revista de Saúde Pública* 37, 477–484. (doi:10.1590/S0034-89102003000400013).
15. Campbell LP, C Luther, D Moo-Llanes, JM Ramsey, R Danis-Lozano, A Townsend Peterson. 2015 Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors timescale. *Philosophical Transactions B* 370(1665) https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0135
16. Lambrechts L, TW Scott, DJ Gubler DJ. 2010 Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 4, e646. (doi:10.1371/journal.pntd.0000646).
17. Tsetsarkin KA, R Chen, MB Sherman, SC Weaver. 2011 Chikungunya virus: evolution and genetic determinants of emergence. *Curr. Opin. Virol.* 1, 310–317. (doi:10.1016/j.coviro.2011.07.004).
18. Fischer D, SM Thomas, JE Suk, B Sudre, A Hess, NB Tjaden, C Beierkuhnlein, JC Semenza. 2013 Climate change effects on Chikungunya transmission in Europe: geospatial analysis of vector's climatic suitability and virus' temperature requirements. *Int. J. Health Geogr.* 12, 51. (doi:10.1186/1476-072X-12-51).
19. Vancini R, G Wang, D Ferreira, R Hernandez, DT Brown. 2013 Alphavirus genome delivery occurs directly at the plasma membrane in a time- and temperature-dependent process. *J. Virol.* 87, 4352–4359. (doi:10.1128/JVI.03412-12).
20. Fundação Oswaldo Cruz. En: <http://www.fiocruz.br>
21. Beceyro AC. 2009 Distribución geográfica del dengue en Argentina. *Bol. Soc. Entomol. Arg.* 20(1-2): 1-4.
22. Carbajo AE, N Schweigmann, S Curto. 2001 Asociación espacial entre *Aedes aegypti*, densidad de población humana, niveles de edificación y cobertura vegetal en Buenos Aires. *Uso de GIS e imágenes satelitales*. En: *Contribuciones Científicas, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Congreso Nacional de Geografía.* 62 Semana de la Geografía, pp.215-228.
23. Gardiol M, L Coronel, A Guidotti. 2005 Análisis espacial de las condiciones bioecológicas y sanitarias para el desarrollo del mosquito *Aedes aegypti* en las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé. En: *Contribuciones Científicas, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Congreso Nacional de Geografía.* 66 Semana de la Geografía, pp. 111-121.
24. Eiman M, MV Introini, C Ripoll et al. 2010 Directrices para la prevención y control de *Aedes aegypti*. Ministerio de Salud de la Nación.
25. Schweigmann N. 2020 Dengue: Está todo dado para una epidemia. En *Nexciencia.exactas.uba.ar* Consultado 19feb2020