

## Presencia de *Aedes aegypti*, vector de virus dengue y su susceptibilidad al control químico, en áreas bajo influencia de asentamientos humanos precarios en el municipio de San Antonio, Central-Paraguay

## Presence of *Aedes aegypti*, vector of dengue virus and its susceptibility to chemical control, in areas under influence of precarious human settlements in San Antonio municipality, Central-Paraguay

María Ferreira<sup>1,\*</sup>, German Gallego<sup>2</sup> & Javier Galeano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, Departamento de Medicina Tropical, San Lorenzo, Paraguay

<sup>2</sup>Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, San Lorenzo, Paraguay.

Autor correspondiente: [maria\\_ferrer18@hotmail.es](mailto:maria_ferrer18@hotmail.es).

**Resumen:** La OMS ha señalado que las enfermedades de transmisión vectorial-ETV, engloban más de 17% de las enfermedades infecciosas en todo el mundo, entre ellas el dengue. El presente estudio se encuentra abocado en el Plan de Acción sobre entomología y control de vectores 2018-2023 de la OMS y OPS, respecto a la presencia del *Aedes aegypti* vector del virus dengue-DEN y su susceptibilidad al control químico, en áreas bajo influencia de asentamientos humanos precarios en el municipio de San Antonio, Central-Paraguay, altamente urbanizado. Un muestreo de campo a través de ovitrampas generó datos de criaderos de *Ae. aegypti* en áreas bajo influencia de asentamientos humanos precarios con índices de infestación larvaria por *Ae. aegypti* entre 8,6% y 9,5%, superando el valor tolerable < 1% estudiados entre 2018 y 2019. Mediante modelación por DIVAGIS, fueron determinadas las áreas de existencia de *Ae aegypti* en San Antonio y los distritos vecinos, en relación a las 19 variables bioclimáticas, siendo las variables de mayor influencia el intervalo de temperatura diurna promedio la isotermalidad, temperatura promedio del mes más frío y la precipitación del mes seco, que garantizan la presencia y desarrollo de este vector *Aedes aegypti*). Los Mapas generados fueron complementados con la presencia de asentamientos humanos e industrias como actividad antrópica insertadas en cuencas hidrográficas y vías fluviales importantes para la instalación del vector en domicilio y peridomicilio. La evaluación de la susceptibilidad/resistencia de poblaciones silvestres de *Ae. aegypti* colectado en San Antonio, a larvicida Temefos, mediante bioensayos en condiciones controladas de laboratorio, reveló que las poblaciones circulantes del vector *Aedes aegypti*, son susceptibles RR<3 al larvicida utilizado por los programas de control vectorial del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Todo lo anteriormente expuesto, se encuentra enmarcado en el desarrollo de las metas de los objetivos de desarrollo sostenible, los cuales estipulan que, para el 2030, se debe poner fin a las enfermedades tropicales desatendidas y otras transmisibles por vectores, más específicamente en ODS 3 Salud y Bienestar. Igualmente se circunscribe con el ODS 11, el cual versa sobre ciudades y comunidades sostenibles, debido a que indaga aspectos relativos a la creciente urbanización en la zona de estudio, con varios desafíos, como la expansión urbana no planificada, sin servicios lo que hace que las ciudades sean más vulnerables a las enfermedades. El trabajo desarrollado sienta bases para futuros estudios de empoderamiento ciudadano y desarrollo de una adecuada gobernanza, frente al problema de salud urbana que constituye el DEN.

**Palabras clave:** *Aedes aegypti*, control vectorial, San Antonio Central – Paraguay, Asentamientos Humanos no planificados.

**Abstract:** WHO has reported that vector-borne diseases-VTDs account for more than 17% of infectious diseases worldwide, including dengue. The present study is addressed in the Action Plan on entomology and vector control 2018-2023 of the WHO and PAHO, regarding the presence of *Aedes aegypti* as vector dengue virus-DEN and its susceptibility to chemical control, in areas under the influence of precarious human settlements in the municipality of San Antonio, Central-Paraguay, highly urbanized. Field sampling through ovitraps generated data from *Ae aegypti* hatcheries in areas under the influence of precarious human settlements, with larval infestation index between 8.6% and 9.5%, exceeding the tolerable value < 1% between 2018 and 2019. Areas of the presence of *Ae aegypti* in San Antonio and neighboring districts were determined by DIVAGIS modeling, in

Recibido: 26/07/2022 Aceptado: 14/10/2022



relation to the 19 bioclimatic variables. The more determinant variables were the average of daily temperature, the isothermality, the average of temperature of the coldest month and precipitation of the driest month; all of them ensure the presence and development of *Ae. aegypti*. The resulting maps were complemented with the presence of human settlements and industries, as anthropic activity, inserted in watersheds and important waterways for the installation of the vector at home and peridomicile. The evaluation of the susceptibility/resistance to larvicide Temefos, of wild populations of *Ae. aegypti*, collected in San Antonio, by bioassays under controlled laboratory conditions, revealed that the circulating populations of this vector, are susceptible-  $RR < 3$  -to this larvicide, highly used by vector control programs of the Ministry of Public Health and Social Welfare. All of the above is framed in the sustainable development goals, which stipulate that, by 2030, neglected tropical diseases and other vector-transmissible diseases must be ended, more specifically in SDG 3-Health and Wellness. It is also circumscribed in SDG 11, which deals with sustainable cities and communities, because it investigates aspects of increasing urbanization in the study area, with several challenges, such as unplanned urban expansion, without basic services, making cities more vulnerable to disease. The work developed provides a basis for future studies on citizen empowerment and the development of good governance in the face of the urban health problem that constitutes the CSP.

**Key words:** *Aedes aegypti*, Chemical control, San Antonio Central – Paraguay, precarious human settlements.

## Introducción

Más de mil millones de personas en todo el mundo se ven afectadas o se encuentran en riesgo de padecer enfermedades tropicales desatendidas (ETD), especialmente por habitar en países de bajos ingresos, caracterizados por poseer viviendas de mala calidad y con servicios fundamentales escasos, tales como agua potable, saneamiento, higiene adecuada y acceso a la atención médica. (El Ágora, 2021)

El dengue es una arbovirosis, calificada como ETD, que afecta al humano, siendo una antroposis estricta de gran importancia en Salud Pública en el mundo, con especial influencia en los países tropicales y subtropicales, en los cuales además de las condiciones sociales de vulnerabilidad, ya descritas, se suman condiciones ambientales, altamente relacionadas con temperatura y humedad, que favorecen el desarrollo y la proliferación del insecto vector de virus dengue, el *Aedes aegypti* (Insecta, Culicidae). (Chiparelli y Schelotto, 1999)

El cambio climático, el manejo incontrolado de la fauna con riesgo de zoonosis emergentes y la interrupción de los servicios de salud debida a la pandemia de COVID-19 ha supuesto una carga adicional para condicionar la aparición de las ETD. (OMS, 2021)

En 2020, se registró la epidemia de dengue, de los últimos años en Paraguay; con una afectación sobre 4.255 personas y con la notificación de 85.290

casos sospechosos, 77 % de éstos en Asunción y Departamento Central (MSPyBs, 2020).

De acuerdo con datos recabados en el año 2018, (MSPyBs, 2018a) la localidad de San Antonio, al igual que otras del Departamento Central –Fernando de la Mora, Mariano Roque Alonso, Villa Elisa y Ñemby– (MSPyBs, 2018b) presentaron índices de infestación larvaria por *Ae. aegypti* entre 8,6% y 9,5%, superando el valor tolerable  $< 1\%$  (Fig. 1). Los altos índices de infestación larvaria por este mosquito son favorecidos por las condiciones climáticas y las malas condiciones de saneamiento en los municipios.

El municipio de San Antonio, en el Departamento Central-Paraguay, es considerado portuario y pesquero, con una amplia frontera fluvial con el Río Paraguay lo que lo categoriza como un área de riesgo para la presencia del vector y la instalación del DEN, por sus características particulares (ADN digital, 2017).

Las campañas educativas por parte del Ministerio de Salud, dirigidas a la comunidad, unido a las campañas de control químico del vector, son determinantes en la problemática del DEN, sin embargo, estas campañas no son suficientes, ya que la experiencia del laboratorio de Entomología Médica del IICS-UNA y la de SENEP, revelan que aún se mantienen índices de infestación larvaria elevados (criaderos de *Aedes aegypti*), en varias localidades

del departamento Central – Paraguay, esto se suma al ya referido costo que implica un enfermo de DEN en cuanto a costo personal por hospitalización, gastos de medicamentos y la deserción laboral temporal e inclusive afectación en este contexto a familiares laboralmente activos.

*Aedes aegypti* en zonas urbanas, donde localizan escenarios ecológicos notablemente diferentes para su cría. *Aedes* está constituido por más de 500 especies, siendo *Aedes aegypti* el más abundante en el hemisferio occidental (Alvarado, 2011). Se desarrolla en aguas limpias y estancadas; sin embargo, en varios países es común encontrarlas asociadas a los mismos criaderos compartiendo un gran número de recursos (Leyva *et al.*, 2012).

Los huevos de *Aedes aegypti* pueden resistir desecación y temperaturas extremas con sobrevivida de siete meses a un año o más (Nelson, 1986). Así temperatura y disponibilidad de nutrientes son cruciales y pueden verse alterados a favor o en contra en condiciones urbanas, en ambientes antropizados o inclusive por el cambio climático. Un elevado número de pupas, lugares de oviposición y elevada densidad de adultos dentro de los domicilios aumenta la probabilidad de transmisión del DENV entre humanos (Manrique *et al.*, 2014).

A través del control químico se pueden destruir los criaderos favorables para la oviposición, en los cuales se da el desarrollo de las etapas acuáticas. Este método depende de la participación comunitaria para su eficacia (UNICEF- Argentina, 2010).

Para el control del vector se han utilizado principalmente organoclorados, que inhiben los canales de calcio en las células del vector e inhiben la acetilcolinesterasa (Manjarres *et al.*, 2013).

El Temefos, es un organofosforado larvicida, de amplio uso, para el control de mosquitos en zonas endémicas de DEN, en la cuales es común que las personas almacenen agua en contenedores que sirven para la cría de *Ae. aegypti*. Este larvicida tiene baja toxicidad en mamíferos, poco olor, es barato y usualmente el agua tratada con este insecticida es para uso doméstico (INECC, 2004; Ranson *et al.*, 2010)

Temefos se encuentra dentro de la clasificación

de ingredientes activos de grado técnico poco peligrosos (clase III) presentes en plaguicidas (OMS, 2019) es un larvicida utilizado para el control de la fase larvaria y su uso implica el tratamiento focal en depósitos domésticos es muy eficaz e inocuo para los mamíferos y el hombre (OPS, 1997).

La resistencia a insecticidas es la habilidad de una población de insectos para tolerar dosis de insecticidas que serían letales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie (Nájera, *et al.*, 2001).

La resistencia en *Ae. aegypti*, como en otros insectos, envuelve principalmente dos tipos de mecanismos: el de tipo metabólico o enzimático, que consiste en la sobreproducción de enzimas detoxificativas que metabolizan y detoxifican el insecticida o lo sequestran, inhibiendo o previniendo que actúe sobre el sitio blanco (Hemingway *et al.*, 2004)

La técnica para detección de resistencia denominada OMS Dosis-Respuesta está basada en el uso de concentraciones fijas de un insecticida en un tiempo de exposición determinado, los resultados se reportan en porcentaje de mortalidad y/o efecto *knock-down* y se consigue mediante la exposición a una serie de concentraciones de un insecticida dado (o a una serie de tiempos a una concentración fija) y trazando el porcentaje de mortalidad contra la exposición, a fin de estimar las dosis requeridas para producir diversos niveles de mortalidad y detectar posible resistencia (Flores, 2014).

Al control vectorial se suma la gestión ambiental como procedimiento que reduce al mínimo la propagación vectorial y el contacto entre las personas y los vectores, a través de un manejo apropiado del ambiente y del entorno humano que favorece la instalación y cría de mosquitos (OMS & TDR, 2009). El control efectivo de criaderos de *Ae. aegypti* (envases desechables, llantas y barriles), junto al control químico, es la piedra angular de cualquier esfuerzo para prevenir el dengue y requiere de la participación social, la comunicación y educación en salud y el control químico y biológico (OPS, 1997).

El manejo ambiental tiene por objetivo prevenir y minimizar la propagación de vectores, así como

también la interacción humano-vector, mediante la destrucción, alteración, eliminación y reciclaje de recipientes poco útiles que sirven de mediadores de hábitats larvarios. Dichas acciones son el pilar fundamental para el control de vectores de dengue, y se suman a la necesidad imperiosa de mantener una elevada calidad de servicios básicos en los urbanismos y asentamientos humanos (OMS & TDR, 2009).

El mejoramiento de la infraestructura urbana y de los servicios para la reducción de hábitats de *Aedes*, comienza con la mejora en servicios de suministro de agua por medio de tuberías a las viviendas evitando en lo posible otros sistemas que no precisan de recipientes de almacenamiento (tanques, macetas, tambores, etc.) que sean potenciales criaderos de mosquitos). Sin embargo, hay ocasiones en las cuales guardar agua es imprescindible, por lo que se debe educar a la población en el hecho de que se deben proteger los tanques, baldes o tambores con tapas o una tela limpia o una tela mosquitera. Es determinante el cambio diario del agua de bebederos y depósitos (OMS & TDR, 2009; UNICEF-Argentina, 2010).

Los modelos de Distribución de Especies han permitido conocer la distribución de vectores en relación con el área geográfica que ocupan y con las condiciones ambientales adecuadas para su presencia, lo cual permite saber dónde están y donde podrían estar a futuro, si esas condiciones se mantienen. En el caso de los vectores de arbovirosis permite conocer cuales áreas son de riesgo epidemiológico. Algunos antecedentes de estas aplicaciones se han centrado estudios en insectos de los géneros *Haemagogus*, *Culex*, *Aedes*, vectores del virus de fiebre Amarilla, fiebre de Mayaro, Dengue y fiebre del Zika, entre otros. Los modelos de nicho apoyados en sistemas de información geográfica tales como DIVA GIS, que es un Sistema de Información Geográfica diseñado para analizar la presencia de especies a través de mapas de distribución geográfica de la misma, lo cual permite identificar áreas con clima similar en donde es posible que la especie que se desee estudiar, esté presente (Liria & Navarro, 2010; Plischoff *et al.*,

2011; Baak-Baak *et al.*, 2017).

La literatura indica que factores sociales, demográficos y medioambientales influyen en la transmisión de los patógenos y en el aumento de su distribución geográfica, la reemergencia o la ampliación de las temporadas de transmisión. En particular, la urbanización no planificada, la ausencia de una red fiable de suministro de agua y la gestión inadecuada de los residuos sólidos y de las excretas pueden exponer una gran cantidad de habitantes de pueblos y ciudades al riesgo de sufrir enfermedades víricas transmitidas por mosquitos. (OMS & TDR, 2017).

El presente estudio se ha planteado realizar una evaluación de la susceptibilidad/resistencia de *Aedes*, en la localidad de San Antonio, del departamento Central-Paraguay, zona altamente urbanizada con condiciones reales para que se desarrolle DEN como antroponosis estricta en la localidad se hicieron abordajes metodológicos, con el fin de generar datos respecto a criaderos potenciales de *Ae. aegypti* y la modelación de su distribución geográfica real en áreas bajo influencia de asentamientos humanos precarios además de determinar la susceptibilidad de este vector al control químico con el larvicida Temefos de tal manera a brindar información y generar las bases para un compromiso sostenible con la entomología por parte de los gobiernos y comunidades locales y regionales basados en lo establecido en el Plan de Acción sobre entomología y control de vectores 2018-2023 (OMS & OPS, 2018).

## Materiales y métodos

El diseño de la investigación corresponde a un diseño experimental, basado en el estudio temporal y espacial de la presencia del vector del DEN, *Aedes aegypti*, la modelación de su distribución geográfica real en áreas bajo influencia de asentamientos humanos precarios y la susceptibilidad de este vector al control químico de su población, en el municipio de San Antonio, el cual fue escogido por ser una localidad de alto riesgo para DEN, con un índice de infestación larvaria de 6,34 en el año 2018, superior al valor aceptable (MSPyBS, 2018a).

La determinación de la presencia de *Ae. aegypti* se realizó a través de muestreos por conveniencia, en los barrios Centro, Achucarro y San Francisco.

Para el estudio de susceptibilidad a insecticidas en las poblaciones colectadas de *Ae aegypti*, se realizó un estudio analítico experimental, con la aplicación de bioensayos tipo dosis – respuesta, en larvas de III estadio, de la F1 proveniente de los adultos colectados, las cuales fueron expuestas al larvicida Temefos (fosforotritionato de o,o,o,o' – tetrametil –o,o'-tio-di-p - fenileno. IUPAC) Fluka PESTANAL®) a fin de determinar concentraciones letales (CL50) y (CL70). La solución de Temefos fue obtenida mediante la dilución de un frasco de 250 mg del larvicida a partir del cual se preparó una solución madre de concentración 3000 mg/L diluido en etanol Pro-análisis, para luego realizar diluciones seriadas para los ensayos, de 3 mg/L, 6 mg/L y 9 mg/L sobre las larvas de la Filial 1 de *Aedes aegypti* de San Antonio y la cepa Rockefeller como cepa de referencia para el control. Los bioensayos se realizaron siguiendo las recomendaciones establecidas para ensayos de resistencia con larvas (OMS, 1981; OMS, 2005; Lima *et al.*, 2003).

Se realizó un Pretest para determinar rango de actividad del larvicida de prueba, el cual consistió en la exposición de 20 larvas (L3) de *Ae. aegypti*, transferidas a recipientes de 80 ml de agua con una dilución de 6 mg/L de larvicida Temefos. Posteriormente Se realizaron 2 ensayos cada uno con 10 concentraciones, de 4 réplicas por concentración, para determinar el rango de actividad de los insecticidas de prueba. Después de estimar la mortalidad de las larvas en este rango concentraciones, se determinaron las concentraciones que generan entre el 5% y 98% de mortalidad en 24h-48h. Los ensayos dosis respuesta con las poblaciones de *Ae aegypti* colectadas en San Antonio y cepa susceptible Rockefeller fueron usados para determinar resistencia con concentraciones delimitadas mediante pretest según (OMS,1981; OMS, 2005) y estandarizado por Laficave – IOC.

Posterior a las 24h de exposición de la cepa silvestre (San Antonio) y cepa susceptible (Rockefeller), frente a Temefos, se realizó la lectura de

mortalidad según criterios de la OMS, en ambientes controlados con registro de temperatura, humedad, fecha, del larvicida, población evaluada. Se realizó el registro larvas muertas y vivas en los casos en que el rango de mortalidad en el control fue del 5 al 20 %, se realizó la corrección de los índices de mortalidad de los tratamientos según la fórmula de Abbott (1925), a saber:

$$[\% \text{ de mortalidad test} - \% \text{ de mortalidad control negativo} / 100\% \text{ de mortalidad control negativo} \times 100].$$

La mortalidad de esta última se midió en rangos tolerables para la cepa control con correcciones por la fórmula de Abbott, 1925, para rangos > al 5% de mortalidad y los resultados de todas las repeticiones fueron agrupados y trasferidos a planillas Excel para obtener los valores de CL50 y CL70 los cuales fueron analizados Polo –PC análisis Probit software (Raymond, 1985). Para evaluar la resistencia al Temefos de la población silvestres de *Aedes aegypti* fueron calculados los factores de resistencia FR 50 y FR70, y comparados con los de la cepa de referencia, mediante la siguiente fórmula: FR50 = CL50 Población de campo / CL50 cepa susceptible (Rockefeller). De la misma forma fue aplicado para para FR70= CL70 Población de campo / CL70 cepa susceptible (Rockefeller).

Los valores FR mediante indicadores cuantitativos de resistencia, determinados de la siguiente forma: para RR<3 se consideró estar frente a una población susceptible, para RR>3 y <5 se consideró estar frente a poblaciones de resistencia baja, RR>5 y <10 es indicativo de resistencia moderada, RR>10 y <20 indicativo de resistencia media y RR>20 indicativo de poblaciones altamente resistentes (Mazzari y Georghiou ,1995; Campos y Andrade, 2003). Se utilizó Software GraphPad Prism 8 para la obtención de los gráficos.

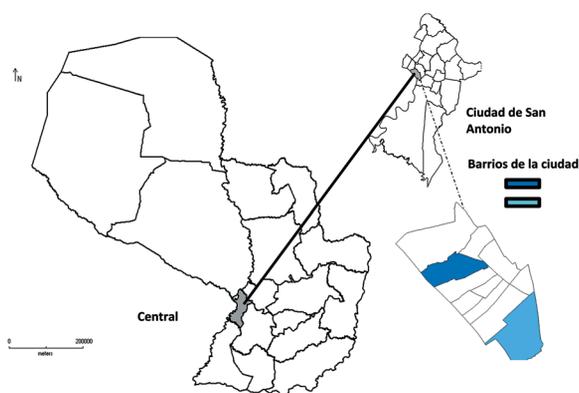
La identificación, registro y georreferenciación de asentamientos humanos no planificados y de condición precaria en las cercanías a las áreas de muestreo de *Ae aegypti* fue de acuerdo con la data obtenida en el período de estudio de marzo a mayo del 2019.

El registro de la distribución geográfica de estos asentamientos se adicione a los mapas de registro de presencia real de *Ae. aegypti*, estos últimos, en función las condicionantes bioclimáticas para la presencia del vector en la zona de estudio, a través de modelación con el software DIVA-GIS 7.3.0 de formato libre, para la generación de mapas ráster de distribución real. Las capas de datos ambientales utilizadas fueron las 19 variables de las disponibles en Global Climate Data–WorldClim, de amplia cobertura mundial en formato ráster, pero circunscritas a la geografía del Paraguay, con una resolución espacial de 1 km<sup>2</sup> en el Ecuador. Estas capas fueron las resultantes de la interpolación de datos de temperatura media (máximos y mínimos), precipitación mensual y datos de altitud, desde el año 1.950 hasta el 2.000 (Hijmans *et al.*, 2005).

## Resultados y discusión

Los barrios en los cuales se registraron ovitrampas positivas, en los muestreos realizados, correspondieron a Achucharro y Barrio Centro o Pueblo con índices de infestación por *Ae. aegypti* entre 8,6% y 9,5%, superando el valor tolerable < 1% a respectivamente, indicativo de estar en estaban zona de riesgo de brote epidémico de arbovirosis (Dengue, Zika y/o Chikungunya), por la presencia de índices de infestación larvaria superiores al 1%. (MSPyBs, 2018b) (Fig. 1).

La determinación de la presencia de *Ae. aegypti*



**Figura 1.** Localización de barrios con ovitrampas positivas para huevos de *Aedes aegypti*. Municipio de San Antonio – Dpto. Central.

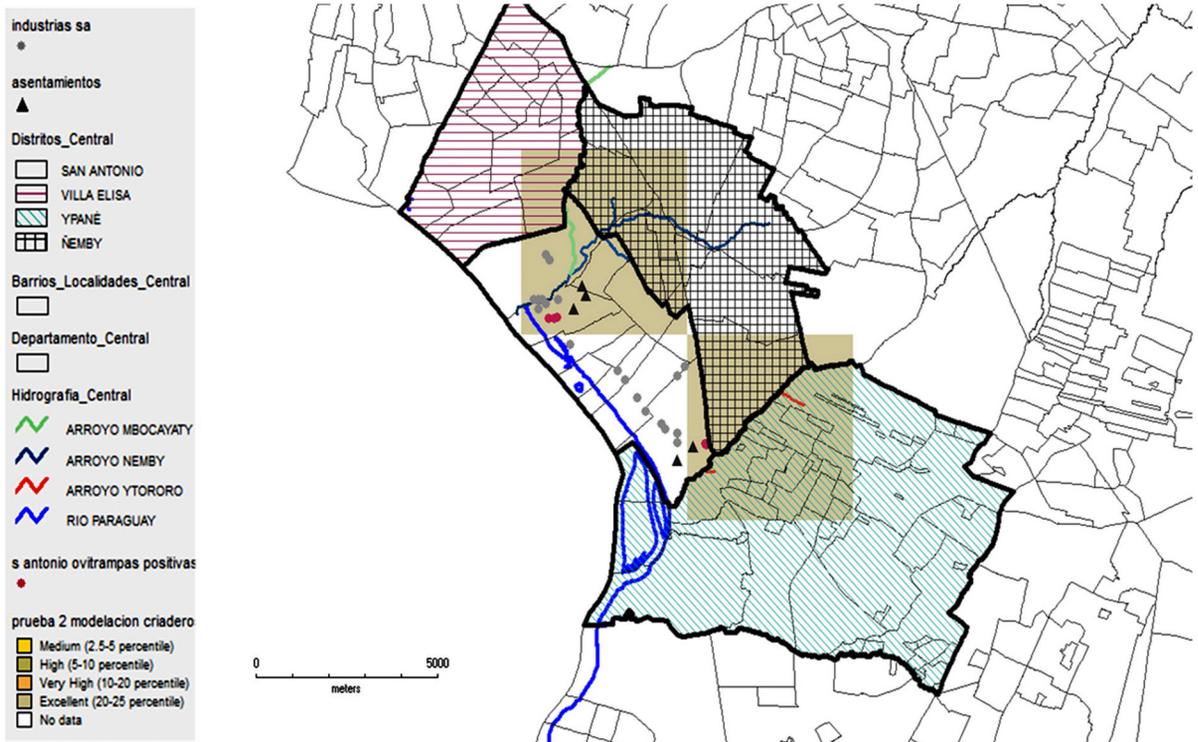
y los registros LIRA, en los barrios estudiados, fortalece el conocimiento fundamental para la prevención del DEN a fin de evitar e interrumpir los brotes epidémicos y frenar a las ETD, lo que está en consonancia con ODS 3 Salud y Bienestar; Meta 3. (PNUD, 2015).

La identificación y geoposicionamiento a través de DIVA GIS, permitió ver el registro de *Ae. aegypti*, en varios barrios endémicos para el DEN del Municipio de San Antonio. Las áreas señaladas en color sepia son áreas de idoneidad para la presencia del vector (área cuadrática de alta influencia, percentil 20-25), en la cual podría aparecer el vector, aun cuando no se haya registrado para el momento del estudio (Fig. 2) (Hijmans *et al.*, 2005). Mediante DIVA GIS, se pudo determinar que estas áreas de influencia tuvieron una distancia máxima desde el centro del cuadrante a puntos de vértice del de hasta 4,2 km (cuadrados en sepia), lo que indicaría que las áreas de influencia podrían extenderse hacia Villa Elisa (noroeste) y Ñemby (noreste), en los cuales también se han registrado casos de dengue entre 2019 y 2020.

Para la zona sur estas áreas de influencia (cuadrados sepia) se extenderían por el noreste hasta Ñemby y para el sureste oeste hacia Ypané (aun cuando este distrito posee pocos registros de LIRA).

De acuerdo con Olano (2016), zonas endémicas caracterizadas por diferentes cambios climáticos y ambientales pueden desencadenar aumento de la distribución y proliferación de *Aedes aegypti* y en consecuencia extender la transmisión hacia nuevos nichos

Según el Centro para el Control y Promoción de Enfermedades [CDC], (2015) otros factores adicionales relacionados con la transmisión del virus dengue, hacen referencia a que es preciso que más allá de la presencia del virus en la región, es necesario la existencia de individuos de la población susceptibles, que no sean inmunes al virus, así como el estrecho contacto entre el vector con los humanos infectados, constituyendo así la genuina antroponosis DEN. Si bien el modelo empleado no logra llegar a conocer la influencia de estas altera-



**Figura 2.** Modelo de distribución de *Aedes aegypti* y elementos bióticos y abióticos reales, con áreas de influencia en función de variables bioclimáticas, con destaque de las áreas de actividad a antrópica (asentamientos e industrias) y áreas de presencias hidrográficas, en el Municipio de San Antonio, Central-Paraguay 2019-2020 (DIVA GIS software). El área de influencia está señalada en color sepia.

ciones, se abre como perspectiva a investigar en intervenciones futuras.

El registro geoespacial usando el algoritmo del software DIVA GIS, también permitió modelar la distribución de industrias establecidas (icono gris), áreas de conglomerados sociales delimitadas en la zona norte y sur del municipio en conjunto con áreas de asentamientos humanos no planificados (triángulo negro), entre los meses de marzo a mayo del 2019

Vale destacar que todos estos elementos, fueron mapeados sin la intervención de las variables bioclimáticas del algoritmo debido a que no forman parte única de la biota cuyos ciclos de vida estarían directamente asociado a estas variables, pero si pudiese condicionar su existencia en el área la presencia y sostenibilidad del elemento biótico estudiado como es *Aedes aegypti*.

En cuanto a la hidrología, el mapa obtenido so-

bre el área de estudio propicia para el desarrollo de *Aedes aegypti*, corroboró la alta influencia hídrica en la región, siendo la primera y más importante la del Río Paraguay, y en relación con los arroyos, uno de los más importantes es el arroyo Guazú y el arroyo Ytororó.

La influencia del río Paraguay sobre San Antonio, hace de este municipio un gran receptor de “containers” con mercancía provenientes de diferentes zonas del mundo, las cuales se saben podrían constituir un riesgo por el transporte de elementos biológicos, incluyendo huevos de insectos. A lo expuesto se suma que San Antonio, tiene un aumento creciente de las industrias que se han instalado y siguen haciéndolo en su territorio.

Otros problemas ambientales que se suman a los recursos hídricos son los efectos de la erosión provocada por la deforestación de las cuencas, la introducción de pesticidas, la contaminación por

desechos domésticos e industriales (Fundación Moisés Bertoni, 2001), todo ello influencia en la instalación de las ETV.

La urbanización está vinculada al proceso de industrialización del siglo pasado y las ciudades son el hábitat de las sociedades contemporáneas en América Latina y el Caribe. Este proceso con sus oportunidades y desafíos determina el presente y el futuro del desarrollo sostenible de los países de la región (CEPAL, 2017).

La acción territorial es un complejo proceso de construcción del desarrollo en el cual intervienen la acción pública, la privada y la colectiva. Como lo demuestra la experiencia latinoamericana, los municipios son actores de creciente importancia en la dinámica de construcción del desarrollo local. Sin embargo, las formas de actuación de los municipios no son iguales (Sili, 2019).

La presencia de asentamientos humanos, (Techo Paraguay, 2016), georreferenciada en el presente estudio, implica existencia de condiciones críticas de hacinamiento, de un sistema de recolección de basura deficiente, entre otros aspectos relacionados a la provisión de servicios básicos que según OPS (2010), constituye una condición para el aumento de la frecuencia del DEN.

Este escenario en el que confluyen diversos factores varios de ellos ligados a las actividades de los seres humanos forman parte de la problemática que implica el dengue y otras enfermedades transmitidas por vectores.

Un manejo inapropiado de los residuos tiene sus implicancias en la aparición de nuevos casos de DEN, debido a que los recipientes constituyen depósitos de agua que resultan ser indispensables para el desarrollo del mosquito y en consecuencia la proliferación del virus a través del vector (Guzmán *et al.*, 2006).

En cuanto a los estudios de susceptibilidad del 100% de las ovitrampas instaladas y recuperadas, se obtuvo un total de 33/66 (50%) paletas positivas para huevos de *Ae. aegypti* con un total de 362 huevos contabilizados en el distrito de San Antonio.

La colecta de huevos resultó efectiva, con un número de huevos suficiente para establecer colo-

nias parentales y la filial 1 de la población silvestres de *Ae. aegypti* de San Antonio, en un periodo de 2 meses de mantenimiento, bajo condiciones controladas en el laboratorio. Estas larvas fueron utilizadas para generar bioensayos en paralelo con la cepa de referencia Rockefeller,

La susceptibilidad de poblaciones naturales de *aegypti* procedente de San Antonio, visualizada en los valores de concentración letal CL50 y CL70, de los individuos y la razón de resistencia RR, respectivamente RR50 y RR70 al larvicida organofosforado Temefos se recogen en la Tabla 1.

En más detalle, se brindan datos referentes a RR, calculada para las concentraciones letales que eliminaron el 50 y el 70 % (CL50 y CL70), habiéndose obtenido una CL50 = 0.00554 y una CL70=0.00821, lo cual reveló una razón de resistencia a insecticida, menor a 3 ( $RR < 3$ ), indicativo de que la población de *Ae.* resultó sensible a Temefos de acuerdo con los criterios establecidos por Mazzari y Georghiou (1995) y Campos y Andrade (2003) (Tabla 1).

Resultados similares se han detectado en otros estudios realizados con poblaciones de *Ae. aegypti* colectados en Villa Elisa RR50: 2,1 y San Lorenzo RR50: 1,4. (Ferreira *et al.*, 2020)

El uso de Temefos para el control químico del *Ae. aegypti* en la localidad de San Antonio, constituye actualmente un recurso capaz de contrarrestar al vector, aun cuando otras condiciones socio demográficas y bio-ambientales como las descritas y analizadas, favorezcan su presencia y colonización.

Poblaciones de *Ae. aegypti* de otras regiones del Paraguay, como Ciudad del Este y Asunción, ya han demostrado resistencia incipiente  $RR > 3$  y  $< 5$  al larvicida Temefos, esto se podría atribuir al uso sistemático que se hace de este compuesto químico, por un periodo prolongado de tiempo. (Ferreira *et al.*, 2016); ya se conoce que el uso del Temefos para el control químico de larvas de mosquitos, por largos periodos de tiempo (más de 30 años), genera resistencia en *Ae. aegypti* (Bisset *et al.*, 2004).

La resistencia no se debe contrarrestar usando una mayor cantidad de plaguicidas, sino usándolos de manera más racional. Cuando un plaguicida

**Tabla 1.** Nivel de susceptibilidad y/o resistencia al larvicida Temefos en larvas de *Aedes aegypti* en la localidad de San Antonio, Dpto. Central – Paraguay, año 2018-2019.

Región / Localidad - Departamento	Año colecta de material biológico	Población	Filial	CL50 mg/L	IC 95%	RR50	CL70 mg/L	IC 95%	RR70	pendiente recta probit log
Referencia	-	Rockefeller	-	<b>0.00423</b>	0,00406 -0,00442	-				<b>4.584.697</b>
Región Oriental/ San Antonio -Dpto. Central	2019	San Antonio	1	<b>0,00554</b>	0,00525 - 0,00581	<b>RR50 : 1.309</b> <b>RR&lt;3 población susceptible</b>	<b>0,00821</b>	0,00791- 0,00853	<b>RR70:1,94</b> <b>RR&lt;3 población susceptible</b>	3.061.207

pierde eficacia, evidenciada en sobrevivencia a una dosis que era mortal, se piensa en la presencia de poblaciones de vectores que poseen genes de resistencia. Lo ideal es que se use un plaguicida que sea efectivo y que no comparta ningún mecanismo de resistencia importante con el plaguicida inefectivo (Bisset, 2002).

Entre los factores que influyen en la selección y evolución en el tiempo de la resistencia, en poblaciones de campo, está la naturaleza química del plaguicida y la frecuencia y aplicación de este (Bisset, 2002).

En lo que respecta a estudios en poblaciones de *Ae. aegypti* provenientes de países limítrofes con Paraguay, el realizado por Bisset *et al.* (2014), con larvas de *Ae. aegypti* de las cepas Buenos Aires y Misiones, las cuales mostraron susceptibilidad a los organofosforados Temefos y Fenitrotión, con valores de factor de resistencia (FR50) menores a 5, de acuerdo con los criterios de Mazzari y Georghiou (1995).

En otro estudio de monitoreo de resistencia a Temefos en cepas de *Ae. aegypti* de Clorinda e Iguazú (Argentina) se evidenció resistencia incipiente a Temefos, con valores de FR50 mayores a 3 (Seccacini *et al.*, 2008; Llinás *et al.*, 2010)

De acuerdo con un estudio reciente para determinar susceptibilidad de *Ae. aegypti* al insecticida Temefos realizado en municipios del Brasil estado

de Paraná que limita con Paraguay se detectó resistencia a Temefos en las poblaciones del vector en los municipios de Foz de Iguazú, Paranaíba, Maringá, Iporã y Jacarezinho, en cambio el municipio de Cambé presenta una incipiente alteración de la susceptibilidad. (Duque *et al.*, 2015)

En el presente estudio observamos que las poblaciones de *Ae. aegypti* de la localidad de San Antonio, sometidas a pruebas de resistencia con Temefos, evidenciaron susceptibilidad, es decir la población evaluada presenta valores que están por debajo de lo requerido para considerar resistencia incipiente inclusive (FR50 mayores a 3), (Seccacini *et al.*, 2008; Llinás *et al.*, 2010), esto implicaría la posibilidad de seguir utilizando este compuesto para el control vectorial en la medida de las necesidades y en forma racional, sin embargo se debe plantear a corto plazo hacer otros estudios con poblaciones del vector provenientes de ciudades aledañas a esta localidad y en este sentido deberíamos apuntar a los municipios considerados áreas de idoneidad para la presencia de *Aedes aegypti* en el Departamento Central (Lambaré, Ñemby, Ypané, Areguá, Villeta y Nueva Italia).

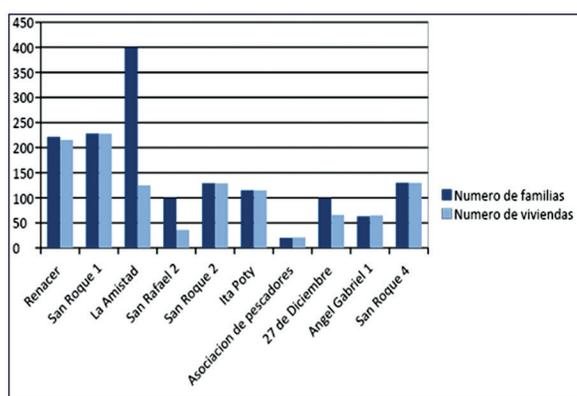
El asentamiento precario se puede considerar una unidad de análisis dentro del sector informal de las ciudades, enmarcada por una situación irregular en cuanto al dominio del suelo, las cuales han venido conformando áreas constituidas a través de

diversas estrategias de ocupación del territorio. Se caracterizan por presentar diferentes grados de precariedad, hacinamiento y, por ende, con déficit en el acceso a los servicios básicos (Techo Paraguay, 2016).

En la ciudad de San Antonio no se tiene claro desde cuando se establecieron los asentamientos, actualmente existen 55 de ellos, los cuales albergan a 3529 familias, habitando en 2912 viviendas (Techo Paraguay, 2016) lo cual representa un desafío para las autoridades a nivel local y regional., en cuanto a las necesidades referentes a saneamiento ambiental y servicios básicos, que demanda esta población satélite, en ambientes poco propicios para el desarrollo pleno y saludable de las familias.

Uno de los elementos a destacar, es cómo esta proporción familias/viviendas son el marco de áreas de hacinamiento humano para San Antonio, en donde 1 de cada 4 habitantes de esta ciudad viven en estos asentamientos.

Como se observa en la Fig. 3 los asentamientos que poseen un mayor número de familias instaladas corresponden a La Amistad (400 familias), San Roque 1 (228 familias) y Renacer (221 familias). En relación con la cantidad de viviendas/ asentamientos. Los asentamientos con mayor número de viviendas son San Roque 1 (228 viviendas), Renacer (215 viviendas) y San Roque 4 (130 viviendas)



**Figura 3.** Asentamientos más poblados de la ciudad de San Antonio Departamento Central- Paraguay. Gráfico interpretado a partir de la Fuente: Relevamiento de Asentamientos Precarios. Área Metropolitana de Asunción 2015. Techo Paraguay /secretaría técnica de planificación del desarrollo económico y social. [Elabrado a partir de datos de Techo Paraguay /STP 2015].

(Techo Paraguay, 2016) esto pareciera indicar que las familias viven hacinadas, con todo lo que ello implicaría en cuanto a salubridad.

Las familias en los asentamientos de la ciudad están en situación de vulnerabilidad, lo cual debe ser considerado en la planificación de estrategias educativas y sanitarias para la prevención de enfermedades.

La vivienda adecuada es un derecho humano y su ausencia afecta negativamente la equidad e inclusión urbana, la salud, la seguridad y las oportunidades de subsistencia (ONU, 2019). Por lo expuesto anteriormente, se puede decir que los habitantes que viven en condiciones de hacinamiento en gran medida están siendo vulnerados en sus derechos.

La proporción de la población urbana que vive en barrios marginales, en todo el mundo, disminuyó en un 20% entre 2000 y 2014 (del 28% al 23%). Sin embargo, en el año 2018 esta tendencia positiva se invirtió y la proporción aumentó al 23,5% (ONU, 2019).

Se infiere que el aumento de la cantidad de habitantes de barrios marginales es el resultado de la urbanización no planificada y el crecimiento de la población, lo que supera el ritmo de la construcción de viviendas acondicionadas en lo mínimo y asequibles. Entre los principales desafíos que actualmente enfrenta la gestión urbana en América Latina y el Caribe, se cuentan los profundos cambios que ha experimentado su composición demográfica, el impacto de la urbanización sobre la salud de sus habitantes y su entorno, las relaciones entre los espacios urbanos y rurales y el rol preponderante que cumplen las ciudades en la creación de riqueza (CEPAL, 2017).

Cuando los urbanismos, se construyen en forma planificada en las grandes ciudades, dan soporte a las actividades económicas, permitiendo grados crecientes de especialización y rentabilidad, ayudando a superar la pobreza y a alcanzar los objetivos de desarrollo (CEPAL, 2017).

De acuerdo con (Canese *et al.*, 2019) el municipio de San Antonio ha venido presentando un proceso amplio y dinámico de urbanización no planificada, basada en asentamientos, similar a otros

municipios circunvecinos. Los autores mencionan la elevada densidad poblacional de estos asentamientos, situando a San Antonio, Ñemby, Lambaré y Villa Elisa, como distritos con mayor densidad poblacional que presentan asentamientos precarios.

El crecimiento económico y la urbanización son dos procesos estrechamente ligados. La urbanización, con sus implicaciones económicas, sociales, y ambientales, derivadas de lo que es en realidad una profunda transformación de los patrones de producción, distribución y consumo, da cuenta de un tránsito desde el sistema social agrícola (actividades primarias) al industrial (sustentado en actividades secundarias) los cuales derivan hacia un sistema fundamentado en el capital financiero y los servicios (CEPAL, 2017).

A lo expuesto no escapa la necesidad de aumentar las inversiones para garantizar viviendas asequibles y adecuadas para todos para el año 2030 (ONU, 2019).

Sin embargo, la experiencia internacional ha demostrado que, si no se aborda de manera adecuada el problema de vivienda, este mismo proceso puede hacer crecer los problemas ambientales, sociales y económicos, como son la pobreza, la inequidad, la inseguridad, la informalidad y el hábitat precario. Así algunos tipos de urbanismos constituirían a largo plazo una amenaza al desarrollo sostenible (CEPAL, 2017).

Según datos recopilados entre los años 2010 y 2018 en todo el mundo, 2 mil millones de personas no contaban con servicios de recolección de residuos y 3 mil millones de personas no tenían acceso a instalaciones de eliminación controlada de desechos.

El problema continuará aumentando a medida que crezca la urbanización, los niveles de ingresos aumenten y las economías se orienten más hacia los consumidores (ONU, 2019).

La urbanización acelerada está resultando en un aumento de habitantes en barrios pobres, infraestructura y servicios sobrecargados como la disponibilidad final de residuos y sistemas de agua, saneamiento y transporte lo cual está generando el crecimiento urbano y un aumento de la contamina-

ción del aire (ONU, 2015)

La metas planteadas para lograr el objetivo ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles que pretende asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuadas, seguros y accesibles implica la urbanización sostenible y la capacidad de planificación y la gestión participativa integrada y sostenible de los asentamientos humanos en todos los países y fundamentalmente reducir en forma significativa el número de muertes causadas por desastres relacionadas al agua y de personas afectadas por ellos.

El Dengue y otras enfermedades transmitidas por el vector *Aedes aegypti* está ligado a la presencia de agua y residuos y estas condiciones están dadas en gran parte de los asentamientos precarios donde prevalecen las condiciones de hacinamiento sumado a esto la población asentada no dispone de todos los servicios básicos lo cual lo hace un sitio favorable para la trasmisión de la enfermedad.

El análisis de los datos realizados de los asentamientos en el municipio de San Antonio brinda la posibilidad de estimar aspectos relevantes que son trascendentales en la propagación de la enfermedad del dengue por las condiciones de riesgo observadas y a su vez brinda una perspectiva que pudiera ser útil al momento de establecer nuevas propuestas de investigación en el ámbito socio ambiental y sanitario.

## Conclusión

El estudio demuestra la presencia activa del vector *Aedes aegypti* en el Municipio de San Antonio – Departamento Central, Paraguay y corrobora que la localidad constituye una región bioindicadora de riesgo, pues posee condiciones climatológicas tales como intervalo de temperatura diurna promedio, isothermalidad, temperatura promedio del mes más frío y la precipitación del mes seco, que garantizan la presencia y desarrollo de este vector (modelación de nichos DIVAGIS).

A la presencia del vector, se suman los resultados que revelan que San Antonio, constituye un área con una gran proliferación de asentamientos no planificados que ponen al límite todos los servicios

públicos, entiéndase, agua, manejo de residuos sólidos, atención en salud entre otros. Todo ello constituye elementos de riesgo y factores propicios para el mantenimiento de las enfermedades transmitidas por el vector *Aedes aegypti*.

Mediante el uso de algoritmos DIVA empleados en el presente trabajo no solo se pudo identificar a San Antonio como área de riesgo para la instalación y cría del vector, con condiciones sociodemográficas y ambientales favorables, sino que además se reconocieron áreas potenciales de riesgo en las que existen condiciones bioclimáticas comparables que también podrían constituir zonas de riesgo potencial a ser vigiladas tales como Ypané, Ñemby, Villa Elisa, Lambaré, Villeta, Nueva Italia y Areguá la mayoría corresponden a localidades colindantes con San Antonio.

Mediante los bioensayos ejecutados y cuyos resultados se han demostrado en el presente estudio, se logró inferir que a pesar de que las poblaciones circulantes del vector *Aedes aegypti*, son susceptibles a los insecticidas de mayor uso, las mismas siguen manteniéndose en el tiempo. Aspectos como la alta influencia de entornos fluviales de este bioma litoral compartido con el bioma Ñeembucú, con gran número de humedales subterráneos, refuerzan el mantenimiento de ciclos de vida de *Aedes aegypti*, aun cuando se disponga de herramientas de control químico, certeras. El análisis de las ODSs relativos Salud, Urbanismo que han sido evaluadas como contexto para los escenarios derivados del presente trabajo, constituirán herramientas para sugerir lineamientos y guiar la formación de talento humano a fin de detectar, prevenir y responder a brotes de dengue actuales y futuros.

#### Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONACYT- por la beca otorgada para el desarrollo del proyecto de investigación elaborado en el marco de la Maestría de Desarrollo Local Sostenible y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales -FA-CEN – UNA- por su compromiso institucional y por el acompañamiento durante este proceso de formación.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener conflictos de interés.

**Contribución de los autores:** Los autores contribuyeron manera equitativa en la elaboración de este artículo.

Presencia de *Aedes aegypti* y su susceptibilidad al control químico, en asentamientos humanos precarios en San Antonio

#### Literatura citada

- ADN Político. (2017). Ciudad de San Antonio, portuaria, pesquera e industrial, de aniversario. *ADN Político*, 23.iv.2017. [Consulted: 30.iii.2022]. <<https://www.adndigital.com.py/ciudad-de-san-antonio-portuaria-pesquera-e-industrial-de-aniversario/>>.
- Alvarado, B.A. (2011). Determinación de la actividad larvicida de seis extractos y aceites de plantas del género *Lippia* nativas de Guatemala, contra *Aedes aegypti* y *Anopheles albimanus* vectores transmisores del dengue y el paludismo respectivamente. (Tesis de licenciatura). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 61 pp.
- Bisset, J.A. (2002). Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 54(3): 202–219.
- Bisset, J.A., Rodríguez, M.M., Fernández, D. & Pérez, O. (2004). Estado de la resistencia a insecticidas y mecanismos de resistencia en larvas del municipio Playa, colectadas durante la etapa intensiva contra el *Aedes aegypti* en Ciudad de La Habana. 2001-2002 *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 56: 61–66.
- Bisset, J.A., Esteban, R., Rodríguez, M.M., Ricardo, Y., Hurtado, D. & Fuentes, I. (2014). Evaluación de la resistencia a insecticidas en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de Argentina. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 66(3): 360–369.
- Campos, J., Andrade, C.F. (2003). Larval susceptibility of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* populations to chemical insecticides. *Revista de Saúde Pública*, 37: 1–7.
- Centro para el control y prevención de enfermedades. (2015). *Dengue*. Atlanta: Centro Nacional de Enfermedades Infecciosas Zoonóticas y Emergentes. [Consulted: 15.iii.2022]. <<https://www.cdc.gov/dengue/es/index.html>>.
- CEPAL, (2017). *Acerca de Asentamientos Humanos*. Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas. [Consulted: 13.iv.2022]. <<https://www.cepal.org/es/>>.

- [temas/asentamientos-humanos/acerca-asentamientos-humanos>](#).
- Chiparelli, H. & Schelotto, F. (1999). *Dengue, una enfermedad emergente muy cerca de nuestro país*. Infecto: Sitio para la Formación Médica. [Consulted: 10.xi.2021]. <<http://www.infecto.edu.uy/espanol/revisiointemas/tema10/den6290.htm>>.
- Canese, M.I., Vuyk, C.M., Sagüi, N.J., Ibarra, G.A., Pignata, R.M., Velázquez, N.A., Villalba, G.R., Laterra, D.F., Allende, J.A., Godoy, P.P. & Duré, V. (2019). Urbanización popular en la ciudad de Asunción, Paraguay. *Revista INVI*, 34(95): 9–42.
- Duque, J.E.D., Silva, A.M., Fantinatti, E.C.S. & Navarro-Silva, M.A. (2015). Resistance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to temephos in Paraná State, Brazil. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(2): 205–211.
- El Ágora. (2021). *Agua limpia para acabar con las enfermedades tropicales en 2030*. El Ágora, Diario del Agua, 12.v.2021. [Consulted: 15.iii.2022]. <<https://www.elagoradiario.com/agua/agua-y-salud/agua-limpia-acabar-enfermedades-tropicales-2030/>>.
- Ferreira, M., Días, L.S., Rodovalho, C.M., Lima, J.B.P. & González Britez, N. (2016). Perfil de susceptibilidad a Temefos en poblaciones de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de Ciudad del Este - Alto Paraná, Paraguay. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 14(2): 98–105.
- Ferreira, M.C., Rodríguez, C.C., Dias, L. & González, N.E. (2019). Susceptibilidad al larvicida temefos de poblaciones de *Aedes aegypti* de dos localidades del departamento Central-Paraguay. *Revista Paraguaya de Epidemiología*, Supl. i.2020(Memorias de la X Muestra Nacional de Epidemiología): 10.
- Flores, A.E. (2014). Detección de resistencia a insecticidas en mosquitos con énfasis en *Aedes aegypti*. *Artrópodos y Salud*, 1(2): 21–36.
- Guzmán, M., García, G. & Kouri, G. (2006). El dengue y el dengue hemorrágico: prioridades de investigación. *Revista Panameña de Salud Pública*, 19(3): 204–215.
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones, P. & Jarvis, A. (2005). Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15):1965–1978.
- INECC. (2004). *Temefos*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático del Gobierno de México. [Consulted: 15.iii.2022]. <<http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/temefos.pdf>>. 2 pp.
- Leyva, M., Marquetti, M., & Montada, D. (2012). Scielo. Obtenido de Segregación de nicho de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 64(2): 206–211.
- Llinás, G.A., Seccacini, E., Gardenal, C.N. & Licastro, S. (2010). Current resistance status to temephos in *Aedes aegypti* from different regions of Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105: 113–116.
- Manjarres-Suarez, A. & Olivero-Verbel, J. (2013). Chemical control of *Aedes aegypti*: a historical perspective. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 22: 68–75.
- Manrique-Saide, P., Coleman, P., McCall, P.J., Lenhart, A., Vazquez-Prokopec, G. & Davies, C. R. (2014). Multi-scale analysis of the associations among egg, larval and pupal surveys and the presence and abundance of adult female *Aedes aegypti* (*Stegomyia aegypti*) in the city of Merida, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*, 28: 264–272.
- Mazzari, M.B. & Georghiou, G.P. (1995). Characterization of resistance to organophosphate, carbamate, and pyrethroid insecticides in field populations of *Aedes aegypti* from Venezuela. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 11(3): 315 – 322.
- MSPyBS. (2018a). *Asunción y Central con índices de infestación 7 veces mayor a lo recomendado*. Departamento de Prensa del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 2.xi.2018. [Consulted: 14.iii.2022]. <<https://>

- [www.mspbs.gov.py/portal/16556/asuncion-y-central-con-indices-de-infestacion-7-vec-es-mayor-a-lo-recomendado.html](http://www.mspbs.gov.py/portal/16556/asuncion-y-central-con-indices-de-infestacion-7-vec-es-mayor-a-lo-recomendado.html)>.
- MSPyBS. (2018b). *Varias ciudades de Central en riesgo de brote de Dengue*. Departamento de Prensa del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 5.xi.2018. [Consulted: 14.iii.2022]. <<https://www.mspbs.gov.py/portal/16581/varias-ciudades-de-central-en-riesgo-de-brote-de-dengue.html>>.
- MSPyBS. (2020). *Epidemia del Dengue desacelera cantidad de notificaciones semanales*. Departamento de Prensa del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 14.ii.2020. [Consulted: 14.iii.2022]. <<https://www.mspbs.gov.py/portal/20415/epidemia-del-dengue-desacelera-cantidad-de-notificaciones-semanales.html>>.
- ONU. (2015). *Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles*. Objetivos de Desarrollo Sostenible. New York: Organización de las Naciones Unidas. [Consulted: 5.iv.2022]. <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>>.
- ONU. (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2019*. New York: Organización de las Naciones Unidas. 60 pp.
- PNUD. (2015). *Objetivo 3: Salud y bienestar*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. [Consulted: 5.iv.2022]. <<https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals#salud-bienestar>>.
- Najera, J.A. & Zaim, M. (2001). Malaria Vector Control - Insecticides for Indoor Residual Spraying. *Dengue Bulletin*, 25: 126.
- Liria, J. & Navarro, J.C. (2010). Modelo de nicho ecológico en *Haemagogus Williston* (Diptera: Culicidae), vectores del virus de la fiebre amarilla. *Revista Biomédica*, 21: 149–161.
- Nelson, M.J. (1986). *Aedes Aegypti: biología y ecología*. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud. 50 pp.
- Olano, V. (2016). *Aedes aegypti* en el área rural: implicaciones en salud pública. *Biomédica*, 36(2):169–173.
- OMS. (1981). *Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides*. WHO/VBC/81.807. Geneva: World Health Organization. 6 pp.
- OMS. (2005). *Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides*. WHO/CDS/WHOPEP/GCDPP/2005.13. Geneva: World Health Organization. 39 pp.
- OMS & TDR. (2009). *Dengue: Guías para el Diagnóstico, Tratamiento, Prevención y Control*. Geneva / San José / La Paz: World Health Organization / Programa Especial para la Investigación y la Capacitación de Enfermedades Tropicales. xiii + 152.
- OMS & TDR (2017). *Global Vector Control Response 2017–2030*. World Health Organization / Programa Especial para la Investigación y la Capacitación de Enfermedades Tropicales. Paris / Geneve: World Health Organization / Programa Especial para la Investigación y la Capacitación de Enfermedades Tropicales. ix + 51 pp.
- OMS. (2019). *Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación de 2019*. Ginebra: World Health Organization. 99 pp.
- OMS & OPS. (2018). *Plan de Acción sobre Entomología y Control de Vectores 2018-2023*. CE162/17, Rev. 1. 162° Sesión del Comité Ejecutivo de la Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C: Organización Panamericana de la Salud. 27 pp.
- OMS. (2021). *Enfermedades tropicales desatendidas*. Ginebra: World Health Organization. [Consulted: 5.iv.2022]. <<https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/neglected-tropical-diseases>>.
- OPS. (1997). *Plan continental de ampliación e intensificación del combate al Aedes aegypti*. OPS/HCP/HCT/90/97. Caracas: Organización Panamericana de la Salud. 10 pp.
- Plissock, P. & Fuentes-Castillo, F. (2011). Mod-

- elación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 48: 61–79.
- Ranson, H., Burhani, J., Lumjuan, N. & Black IV, W.C. (2010). Insecticide resistance in dengue vectors. *TropIKA.net*, 1(1)3:1–12.
- Seccacini, E., Lucia, A., Zerba, E., Licastro, S. & Masuh, H. (2008). *Aedes aegypti* resistance to Temephos in Argentina. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 24: 608–609.
- Sili, M., (2019). Estilos y lógicas de acción territorial. La experiencia reciente de los municipios del Paraguay. *Revista de Administração Pública*, 53(5): 917–941.
- Techo Paraguay. (2016). *Relevamiento de Asentamientos precarios área metropolitana de Asunción, 2015*. Asunción: Techo Paraguay / Secretaría Técnica de Planificación del desarrollo económico y social. 159 pp.
- UNICEF. (2010). *Participación social en la prevención del dengue: guía para el promotor*. (2ª Ed.). Buenos Aires: UNICEF Argentina. 87 pp.