

Proliferación de *Aedes aegypti* en el departamento Norte de Santander, Colombia durante el período 2007-2015.

INTRODUCCION

Las enfermedades transmitidas por vectores son trastornos causados por agentes patógenos al ser humano. En todo el mundo se registran cada año más de 1.000 millones de casos y más de 1 millón de defunciones como consecuencia de enfermedades como el paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana humana, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis, representando más del 17% de todas las enfermedades infecciosas (OMS, 2016). Específicamente, los virus transmitidos a vertebrados por insectos y garrapatas se conocen como arbovirus, este término viene del habla inglesa, arthropod (ar); borne (bo) y viruses (Kettle, 1993). La mayoría de los arbovirus evolucionaron como parásitos de artrópodos que infectaron a vertebrados en forma accidental. Su virulencia es la manifestación del complejo hospedador – agente; estas infecciones son zoonosis que el hombre adquiere accidentalmente por un vector artrópodo y son conocidas como arbovirosis. *Aedes aegypti* (L) es el principal transmisor de las arbovirosis dengue, fiebre amarilla, chikungunya y Zika en áreas tropicales y subtropicales del mundo (Gubler, 1998; Lisa & Ojcius, 2009; Staples *et al.*, 2009; Govindarajan & Karuppanan, 2011; Gutiérrez & Gutiérrez, 2015). Es un insecto holometábolo con dos etapas bien diferenciadas en su ciclo de vida: una fase acuática con tres formas evolutivas diferentes: (huevo, larva y pupa) y la fase aérea, adulto o imago. Una vez que la hembra ingiere sangre y realiza el proceso de ovogénesis los huevos son depositados individualmente en sustratos húmedos, preferentemente recipientes artificiales domiciliarios y peridomiciliarios. Los huevos son de color negro, ovoides y con una longitud no mayor a 1 mm. En condiciones óptimas la eclosión ocurre en un par de días, sin embargo pueden mantener su viabilidad hasta por un año dependiendo de la fuente de reservas y las condiciones ambientales (Gordon, 1998), siendo esta la etapa más resistente del biociclo de *Ae. aegypti*. La fase larvaria comprenden cuatro grados evolutivos denominados I, II, III y IV los cuales se desarrollan en ambientes acuáticos, donde la principal fuente de alimento consiste en micro biota filtrada por la partes bucales de la larva. Morfológicamente, las larvas tiene una cabeza pequeña y

redondeada con antenas cortas y poco visibles, el tórax es reducido y más abultado que el abdomen y presentan dos prominentes espinas laterales y una hilera recta de 7 a 12 escamas del peine, en el octavo segmento abdominal. Presentan movimientos ondulantes y permanecen en posición vertical en la superficie del agua. La duración de este período larvario oscila entre 5 y 14 días y va a depender de factores como: temperatura del agua, disponibilidad de alimento y densidad larvaria. Una vez alcanzada la última fase larval, ocurre una segunda metamorfosis para dar origen a la fase de pupa, las cuales son pequeñas y presentan en su cefalotórax dos tubos respiratorios cortos y gruesos. Las pupas no se alimentan y generalmente se encuentran respirando en la superficie del agua, para lo cual quedan inmóviles. El tiempo que demoran las pupas en su evolución hasta la salida del adulto es corto, depende fundamentalmente de la temperatura del agua, generalmente de dos a tres días. La etapa adulta consiste en un insecto volador pequeño de color negro con líneas de escamas plateadas en el mesonotum, formando un diseño similar a una lira, manchas pleurales de escamas blancas plateadas, antenas filiformes con escamas plateadas en el tórax y cerdas pos-espiraculares. Patas oscuras con fémures y tibias revestidas de escamas claras en las superficies posteriores medianas, artículos tarsales con nítida anillación clara en las extremidades basales, más desarrollada y visible en los tarsos posteriores. Abdomen con franjas basales y manchas baso laterales a partir del segundo tergito. En esta fase hay dimorfismo sexual y diferencias en sus hábitos alimenticios; los machos son fitófagos con una probosis larga adaptada para succionar jugos de plantas y otras fuentes de azúcar, mientras que las hembras son de hábitos hematofágicos, poseen una probosis larga adaptada para succionar sangre a través de la piel. Luego de la ingesta sanguínea las hembras con armonía gonadotrófica o desarmonía gonadotrófica, entran en un período de reposo y las ovarias comienzan el proceso de ovogénesis mediado por hormonas, este proceso tiene una duración entre 3 a 4 días y culmina en la ovoposición de 50 a 120 huevos aproximadamente. Por sus hábitos a este vector se le considera doméstico, ya que está estrechamente relacionado con el humano, se encuentra en áreas urbanas, suburbanas y ha colonizado sustancialmente el medio rural. *Ae. aegypti*, ha logrado una rápida expansión en virtud de las condiciones favorables para su desarrollo, resaltándose entre ellas la urbanización no controlada ni planificada, establecimiento de ciudades con deficiencias en abastecimiento de agua y saneamiento ambiental; utilización de materiales no-biodegradables (recipientes desechables

de plástico y vidrio), serios problemas con la eliminación de neumáticos y cambios climáticos. En Colombia, el dengue, una de las arbovirosis transmitidas por *Ae. aegypti* es un problema prioritario en salud pública, debido a la reemergencia e intensa transmisión con tendencia creciente; el comportamiento de ciclos epidémicos cada dos o tres años; la circulación simultánea de diferentes serotipos; la reintroducción del serotipo tres; la infestación por *Ae. aegypti* en más de 90% del territorio nacional situado por debajo de los 2.200 msnm y la urbanización no planificada de la población por problemas de violencia, principalmente (INS, 2013). La tasa de incidencia de dengue ha sido fluctuante desde 1978 con tendencia al incremento a través del tiempo. De igual forma, desde el primer caso de dengue grave (hemorrágico) en Puerto Berrío, Antioquia en diciembre de 1989, se ha observado en el país una tendencia al rápido incremento en el número de casos, al pasar de 17.376 casos en 1990 a 157.203 casos para 2010 (Padilla *et al.*, 2012), siendo esto el reflejo de la proliferación de *Ae. aegypti* en los últimos años. Similar situación se ha presentado en el departamento Norte de Santander de la región centro-oriente, por lo que se hace necesario el estudio de la relación entre las densidades vectoriales y humanas para la correcta comprensión de la distribución y control del vector, con miras a disminuir la transmisión de esta y otras arbovirosis en ciudades colombianas.

OBJETIVO

Realizar una revisión sobre los aspectos relacionados con la proliferación de *Ae. aegypti* en el Norte de Santander, Colombia durante el período 2015 – 2017.

METODOLOGIA

Se incluyeron en la revisión todo tipo de publicaciones. Los artículos se obtuvieron a partir de la búsqueda Pubmed y Scielo con énfasis en estudios realizados en países de la región y Colombia, publicados entre 2000 y 2017, en idiomas español e inglés. La metodología de la revisión consistió en identificar en las bases de datos títulos de artículos relacionados al tema de interés mediante los buscadores “Proliferation” or “Spread” AND “aegypti”, “Spread” AND “aegypti”, "Santander" AND "aegypti", "Cucuta" AND "aegypti". Posteriormente se revisaron los resúmenes de cada uno de ellos y finalmente se seleccionaron los que se encontraron disponibles en texto completo. También se consultaron capítulos de libros

relacionados con el tema, así como estadísticas de dengue en los departamentos de Colombia desde 1999 a 2017 a través de los boletines epidemiológicos del Instituto Nacional de Salud.

RESULTADOS

Origen de la especie

Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) es un mosquito perteneciente al orden Díptera, familia Culicidae, subfamilia Culicinae, cuyo origen se ubica biogeográficamente en la Región Etiópica (África), donde se encuentran la mayor cantidad de especies del subgénero *Stegomyia* (Theobald, 1901) al cual pertenece. En el continente africano existían tres subespecies las cuales fueron considerados como ancestrales: *Aedes aegypti aegypti*, *Ae. aegypti queenslandensis* y *Ae. aegypti formosus*, este último un mosquito selvático de color más oscuro y talla pequeña que aún se encuentra en África (Lounibos, 1981); caracterizado por tener hábitos zoofílicos y colocar sus huevos en huecos de árbol (Powell & Tabachnick, 2013). Solo las dos subespecies de color claro y de hábitos domésticos *Aedes aegypti aegypti* y *Ae. aegypti queenslandensis* migraron al continente americano.

Historia de la domesticación de Ae. aegypti.

Una de las principales características de *Ae. aegypti* es la domesticación; se cría en depósitos de aguas limpias dentro de las viviendas y sus alrededores, deposita sus huevos en varios lugares a la vez y puede utilizar para sus oviposiciones cualquier recipiente que contenga agua. Es por ello que las condiciones de ordenamiento sanitario en las viviendas y su entorno constituyen factores determinantes para su control. Las hembras de *Ae. aegypti* se consideran las más eficientes de los mosquitos vectores por sus marcados hábitos domésticos, ya que satisface todas sus necesidades vitales en la vivienda humana, por lo cual el hombre ha jugado un papel importante tanto en su proliferación así como en su dispersión. La especie llegó al Nuevo Mundo en embarcaciones destinadas al comercio, presentándose controversia acerca de su domesticación, una vertiente afirmaba que se había domesticado antes de propagarse y la otra que se domesticó *a posteriori*, en respuesta al transporte. Según Petersen (1977) y Tabachnich *et al.*, (1979) las poblaciones ancestrales que habitaban en el bosque migraron al

norte de África permaneciendo allí durante largo tiempo, donde probablemente los extensos períodos de sequías ocurridos en el Sahara condujeron a la adaptación de la especie a condiciones domésticas, reproduciéndose en criaderos artificiales; estos autores soportan la posición de que su domesticación ocurrió previo al transporte. Obviamente, esto requirió un cambio en el comportamiento de oviposición de las hembras ancestrales, entrando en entornos humanos y en segundo lugar, oviponiendo en envases de diversos materiales metálicos, arcilla, caucho, entre otros los cuales estaban ausentes en su hábitat ancestral. La adaptación para la preferencia de oviposición pudo haber sido parte de la evolución general de la domesticidad que probablemente se produjo en el norte de África, cuando el ancestral *Ae. aegypti formosus* se aisló del África subsahariana debido al desierto del Sahara (Tabachnick, 1991).

Historia de la propagación del Ae. aegypti.

Probablemente la especie se propagó, incluso en las zonas boscosas del norte de África, antes de la formación del desierto del Sahara y posteriormente las poblaciones de la costa norte y del Mediterráneo se aislaron de la forma silvestre al sur del Sahara. Debido a la extensa sequía, las únicas fuentes de agua para las poblaciones del norte fueron las encontradas en los asentamientos humanos. *Ae. aegypti* fue introducido al continente americano probablemente bajo formas inmaduras presentes en barriles de agua en las embarcaciones de las primeras exploraciones y colonizaciones europeas entre los siglos XV y XVII, las cuales atracaban en las costas de regiones tropicales y subtropicales de América (Nelson, 1986; Oldstone, 2002). Le tomó décadas adecuarse y dispersarse por el Caribe, adquiriendo hábitos domésticos y desarrollándose en depósitos artificiales en áreas rurales y urbanas dispersándose hacia el interior del continente (Lounibos, 2002). Desde entonces *Ae. aegypti* se encuentra distribuido entre latitudes 35°N y 35°S, logrando establecerse en zonas tropicales y subtropicales limitado por la altitud, sin embargo, en los últimos años ha sido reportado hasta los 45° de latitud norte. Recientemente, se ha encontrado en zonas más altas y frías, en Colombia, México y la India a más de 2000 msnm (Suarez & Nelson, 1981, Lozano-Fuentes *et al.*, 2012, Ruiz-López *et al.*, 2016).

Propagación de Ae. aegypti a Colombia.

Ae. aegypti penetra al interior de Colombia en embarcaciones que transportaban esclavos desde África a Cartagena, y al establecerse la navegación por el río Magdalena se introdujo por transporte mecánico. En 1880 se evidenció en Neiva (Huila), y por ser transmisor de fiebre amarilla se pensó que ya estaba presente en las áreas de Ambalema y Honda en el departamento del Tolima y Girardot en Cundinamarca desde años atrás, debido a las sucesivas epidemias reportadas de esta enfermedad. En 1883, se introduce en Cúcuta (Norte de Santander) al parecer desde Maracaibo (Venezuela). Para 1906 fue encontrado en el departamento de Santander en la localidad de Bucaramanga, y posteriormente en 1929 en Socorro, localidades donde se dieron epidemias urbanas de fiebre amarilla. En 1915 se evidencia en Puerto Berrío (Antioquia) y en Cisneros (Antioquia). Para 1949 se había dispersado hasta la Costa Atlántica, pero gracias a las campañas de eliminación de *Ae. aegypti*, Colombia logró el control del mosquito entre 1961 y 1967 excepto en la ciudad del Norte de Santander, Cúcuta. Debido a la falta de continuidad de los programas de control, para 1968 el mosquito volvió a incursionar por la costa norte colombiana procedentes de Maracaibo (Venezuela) debido a la migración de la población y el intercambio comercial, que también afectaron a Maicao (La Guajira) en febrero de 1968. En 1969, la reinfestación se había expandido a La Guajira (Uribe y Nazareth), Santa Marta (Magdalena), Cartagena (Bolívar) y Barranquilla (Atlántico). *Ae. aegypti* se reintrodujo nuevamente a Bucaramanga (Santander) y Ocaña (Norte de Santander) en 1975. El siguiente año traspasó la Cordillera Oriental y se dispersó a Villavicencio (Meta) y Florencia (Caquetá), lugares donde se presentaron epidemias como la de Armero (Tolima) y Girardot (Cundinamarca) en 1975 y 1976, respectivamente. A comienzos de los noventa se había dispersado a lugares donde antes no se había presentado, incluso en el oriente del país y en algunas áreas rurales, como La Mesa (Cundinamarca) (Padilla *et al.*, 2012; Olano, 2016). En 1977 logró establecerse en áreas propicias para su proliferación en 29 de los 32 departamentos que conforman la geografía colombiana, y para el 2010 se encontraba presente en todo el país, preferentemente en áreas urbanas ubicadas por debajo de los 1.800 msnm, sin embargo, para 1981 fue reportado a 2.200 msnm en Málaga, Santander (Suarez y Nelson 1981, Padilla *et al.*, 2012). Estudios recientes llevados por Ruiz-López *et al.*, (2016) lo encuentran en Antioquia a 2.302 msnm, evidenciando la propagación de *Ae. aegypti* a otros pisos altitudinales.

Factores que influyen en la proliferación de *Ae. aegypti*.

La proliferación de *Ae. aegypti* está influenciada por la convergencia de diversos factores intrínsecos y extrínsecos, los cuales engloban variaciones genéticas, ecológicas y de comportamiento propias de la especie, así como, factores asociados al ambiente y al hombre.

Factores intrínsecos

Variaciones ecológicas.

Uno de los aspectos más estudiados sobre la biología de *Ae. aegypti* ha sido los sitios de cría. Existe diversidad en los criaderos de la especie, lo cual se relaciona directamente con las condiciones socioeconómicas y culturales en los lugares de estudio. En Brasil, se ha observado que en zonas con condiciones socioeconómicas bajas donde no existe buen suministro de agua, la especie se desarrolla preferentemente en barriles para el almacenamiento de agua, en contraste; en zonas con condiciones socioeconómicas más altas donde no existen problemas de agua, la especie se desarrolla en recipientes utilizados para plantas ornamentales (Lima *et al.*, 1988). En observaciones llevadas a cabo en New Orleans, USA, las llantas, tanques de cemento de 55 galones, máquinas para el lavado de ropas, cisternas y bebederos de animales entre otros son buenos lugares de cría para estos insectos (Focks *et. al* 1981). En Cuba, durante la campaña de erradicación de *Ae. aegypti*, se encontró que las llantas, huecos de árboles, bebederos de animales y envases desechables de alimentos y bebidas fueron los criaderos más importantes (Bisett *et al.*, 1985 a,b). Del mismo modo, en una investigación realizada en el área metropolitana de la ciudad de Panamá, se encontró que el 73% de las formas inmaduras se desarrollaban en objetos inservibles (envases plásticos, latas, chatarra, llantas y botellas (Duraty *et al.*, 1989). En Colombia, se realizó un estudio en Guaduas, un pueblo ubicado en el área urbana, en el bosque seco tropical del valle del Río Magdalena encontrándose que el mejor hábitat larvario lo constituyeron los tanques bajos (albercas), con una mayor importancia en la época seca, seguido por las llantas viejas; especialmente en la época lluviosa (Tinker & Olano, 1993). En una investigación llevada a cabo por el Servicio de Erradicación de la Malaria (SEM) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en Anapoima (Cundinamarca) y Málaga (Santander), se encontró que en la primera de las poblaciones mencionadas los tanques (bajos y elevados) fueron los criaderos más importantes para el *Ae. aegypti*, mientras que en Málaga la importancia de estos fue

mínima, siendo los criaderos de más relevancia las llantas usadas, que correspondieron a 70% de los depósitos positivos (Nelson *et al.*, 1983). Recientemente estudios realizados en áreas endémicas de países como México, Brasil, Ecuador y Colombia reportaron, que para este último país los contenedores de agua de capacidad superior a 200 litros eran los más grandes productores de *Ae. aegypti* durante la estación seca en Giradot, Cundinamarca (Quintero *et al.*, 2014). En este contexto, aunque la frecuencia en el recambio de agua de los recipientes constituye un factor importante para la proliferación de *Ae. aegypti*, estrategias educativas conducentes al lavado semanal de albercas y tanques bajos han demostrado ser eficiente para el control de formas inmaduras del insecto. Los estudios de productividad de *Ae. aegypti* según sus sitios de cría y de acuerdo con los cambios en las condiciones ecológicas que determinan las épocas de lluvia y sequía en un área geográfica determinada, han permitido realizar estrategias focalizadas en la intervención vectorial (Kroeger *et al.*, (2006), Kittayapong *et al.*, 2012) que demuestran también, los beneficios que representan para las ciudades con transmisión de dengue. La presencia de *Ae. aegypti* en espacios públicos en Colombia, frecuentemente es ignorada ya que poco se tienen en cuenta como hábitat alternativo para el mosquito. La vigilancia entomológica rutinaria se restringe por lo general a la búsqueda de sitios de cría dentro de las viviendas, promoviendo en ellas el control ambiental, la utilización de larvicidas y/o la aplicación de insecticidas químicos, siendo ésta última la más utilizada durante los brotes epidémicos (Padilla *et al.*, 2012). No obstante, los espacios públicos deben considerarse importantes ya que pueden ser refugio para los mosquitos que escapan a la presión de selección determinada por las intervenciones realizadas en las viviendas (Quiroz-Martínez *et al.*, 2012), por poseer condiciones ambientales favorables para la reproducción del vector como variedad de recipientes y espacios (Guagliardo *et al.*, 2011) y por contener vegetación circundante que puede generar microclimas para el reposo de los mosquitos o refugio ante condiciones abióticas estresantes o como fuente de alimento para las larvas y control de exposición a la luz (Vezzani & Albicocco, 2009). La importancia de los ambientes exteriores al hogar para la proliferación de *Ae. aegypti*, ha sido documentada en diversas ocasiones, ya que pueden contar con las condiciones favorables para su cría e incluso han estudiado cambios en el comportamiento domiciliar y sus potenciales implicaciones epidemiológicas (Saifur *et al.*, 2012). En Venezuela (Abe *et al.*, 2005), Argentina (Mangudo *et al.*, 2011, Vezzani & Schweigmen,

2002), Colombia (González & Suarez 1995) y Perú (Guagliardo *et al.*, 2011) se encontraron criaderos aptos para la especie como axilas de plantas, elementos inservibles y sumideros de agua lluvia ubicados en colegios, tiendas de mercado y cementerios, siendo estos últimos, los más productivos. La inclusión de los espacios públicos durante las rutinas de vigilancia entomológica en busca de criaderos de *Ae. aegypti* demuestra ser una estrategia necesaria debido a la presencia demostrada del vector en estos ambientes, con las condiciones necesarias para su proliferación que puede ser de importancia epidemiológica. En Colombia son escasos los estudios en espacios públicos (González *et al.*, 2007) debido a su conocida antropofilia (De Benedictis *et al.*, 2003) y a la idea que las contribuciones de los recipientes allí presentes son poco relevantes para la toma de decisiones en el control del insecto, por lo que la vigilancia entomológica se concentra en viviendas. Sin embargo, en las condiciones de hiperendemicidad de algunas ciudades, debe mantenerse control sobre todos los espacios posibles de cría de los vectores de dengue, particularmente en áreas turísticas donde los espacios públicos concentran población humana susceptible que puede infectarse y contribuir a la dispersión de los serotipos virales de dengue a otras regiones del país. La heterogeneidad de hábitats para *Ae. aegypti*, bien naturales o creados por el hombre, proporcionan un abanico de posibilidades que favorecen la reproducción y proliferación de *Ae. aegypti* tanto en el departamento Norte de Santander, como en la mayoría de la geografía colombiana donde existen condiciones óptimas para el desarrollo del vector. En cuanto a los hábitos de reposo de los adultos, existen evidencias que lo hacen en lugares próximos a sus criaderos. Conocer las horas de mayor actividad para el *Ae. aegypti* es de vital importancia para planear programas de control. Por lo general, la hembra de *Ae. aegypti* no se desplaza más allá de 5.000 m de distancia de radio de vuelo en toda su vida, permanece en donde emergió, siempre y cuando no haya algún factor que la perturbe o no disponga de huéspedes, sitios de reposo y de postura. El sitio de reposo de preferencia para *Ae. aegypti* los constituyen las habitaciones de las viviendas, donde existen variaciones en el número de adultos, concentración y tasa de infestación dependiendo de la estación; en la estación lluviosa se registra el doble del número de adultos con respecto a la estación seca. Se estima que las larvas se desarrollan en los patios, y luego los adultos entran a las casas donde las hembras se alimentan y reposan, especialmente en las habitaciones donde al parecer es el sitio escogido por las hembras para reposar y estar menos disturbadas. Las siguientes áreas en el

orden de preferencia para el reposo de *Ae. aegypti*, son las salas y comedores y en último lugar los exteriores de la vivienda (Tinker & Olano, 1993). Todos estos aspectos deben ser considerados para el estudio de la proliferación de *Ae. aegypti* en zonas colombianas.

Variaciones genéticas.

La dispersión de una población de mosquitos implica el movimiento de individuos, así como su reproducción en un sitio diferente al de su origen. Según Aitken *et al.*, (1977) la divergencia genética de las especies con frecuencia está asociado a la ampliación geográfica de ellos, dando origen a la aparición de poblaciones alopátricas genéticamente divergentes. Estos autores señalan que en el caso de *Ae. aegypti*, la divergencia genética podría afectar o incluso mejorar su capacidad de transmitir el virus dengue. La migración y dispersión de este vector, es principalmente, producto de las migraciones humanas, transacciones comerciales y medios de transporte (migración pasiva), más que debido a la migración activa del mosquito. Si el transporte pasivo influye en la dispersión de *Ae. aegypti*, puede estar haciéndolo a través de diferentes estados de desarrollo y en forma uni o bidireccional entre dos sitios. Conocer la variación genética intra e inter poblacional en esta especie, permite entender la dinámica de dispersión de sus poblaciones y el impacto sobre la epidemiología de las enfermedades que transmite. Esta variabilidad puede ser a escala micro y macrogeográfica para evaluar la estructura genética y el flujo génico, información que es interpretada en términos de la distancia, dirección y tasa de dispersión. La presencia de las barreras geográficas de tipo relieve, desempeñan un papel importante sobre el flujo de las poblaciones (Leiva & Cáceres, 2004). A pesar de la importancia epidemiológica de *Ae. aegypti* en Colombia, poco se conoce de la variabilidad genética de las poblaciones de este vector. Así tenemos, el estudio llevado por Cadavid & Rojas (2012) donde se comparan la variación genética intra e intergrupala en subpoblaciones microgeográficas de *Ae. aegypti* de Medellín (Antioquia), a través de secuencias que codifican para el gen COI mitocondrial observándose alto flujo genético entre las subpoblaciones. Posteriormente, Caldera *et al.*, (2013) evaluando las diferencias genéticas entre poblaciones de *Ae. aegypti* de municipios del norte de Colombia, con baja y alta incidencia de dengue, encontraron diferencias genéticas entre las poblaciones de Sincelejo y Guaranda, lo cual fue atribuido al limitado flujo de personas entre los dos municipios, debido a difíciles condiciones de acceso geográfico al municipio de Guaranda, presión selectiva con insecticidas, condiciones

ambientales y heterogeneidad de hábitats. Una variación genética asociada a la proliferación de *Ae. aegypti*, la constituye el desarrollo de resistencia producto de la presión de selección con insecticidas. La resistencia a insecticidas es definida como el desarrollo de la habilidad de una población de insectos de tolerar dosis de un insecticida, las cuales resultarían letales a la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie, siendo el resultado de la presión de selección positiva ejercida por el insecticida sobre genes inicialmente en baja frecuencia (OMS, 1957). *Ae. aegypti* a nivel mundial ha sido sometido a una intensa presión con insecticidas químicos para su control, producto de esta acción, ha desarrollado en diversos países resistencia a través de mecanismos metabólicos y/o no metabólicos. Históricamente en Colombia, el DDT fue el primer insecticida aplicado para el control de *Ae. aegypti* en la década de 1950, siendo suspendido a finales de los años 90 debido al desarrollo de resistencia (Brown, 1968) entre otras causas. Posteriormente fueron incorporados los insecticidas organofosforados como fenitrothion, malation y pirimifos metil para el control de adultos y, temefos para el control de estadios inmaduros. A partir de los años 90 se inició el uso de insecticidas piretroides como; deltametrina, lambdacialotrina y ciflutrina. A pesar de aplicarse rotación de estos insecticidas en los programas de control vectorial, el desarrollo de resistencia por diversas poblaciones de *Ae. aegypti* ha sido inminente. Así tenemos que en 1996, Suárez *et al.*, reportan el primer caso de *Ae. aegypti* resistente al larvicida temefos en una población de la ciudad de Cali, departamento del Valle del Cauca; posteriormente para el 2012 en poblaciones procedentes de los departamentos de Cundinamarca, Guaviare, Meta, Santander, Cauca, Valle del Cauca, Nariño, Huila, Caldas, Sucre, Atlántico, La Guajira (Maestre-Serrano, 2012). Resistencia generalizada al DDT ha sido observado para Colombia, así como variable susceptibilidad a los insecticidas: temefos, lambdacialotrina, deltametrina, permetrina, ciflutrina, etofenprox, malatión, fenitrothion, pirimifos metil, bendiocarb y propoxur. Estudios han revelado sobreexpresión de enzimas detoxificativas como esterasas inespecíficas, oxidasas de función mixta y glutatión-s-transferasas como mecanismo asociado a la resistencia (Maestre *et al.*, 2009, 2010, 2012, Santacoloma *et al.*, 2010, 2012, Ocampo *et al.*, 2011). Mutaciones V1016I y F1534C en el gen que codifica para canal de sodio dependiente de voltaje asociadas con la resistencia a DDT y piretroides han sido encontradas en poblaciones de *Ae. aegypti* de Colombia (Maestre *et al.*, 2014, Atencia *et al.*, 2016. Es importante señalar que Cúcuta, capital de Norte de

Santander, es uno de los focos de dengue más antiguos de la región centro-oriente y el único en que no se pudo generar un impacto en la campaña de erradicación (MSP, 1961, 1972) favoreciendo a la proliferación de *Ae. aegypti* en la zona. Estos hallazgos de resistencia a diversos insecticidas químicos usados en los programas de control en Colombia, así como la presencia de mecanismos metabólicos y no metabólicos asociados, le proporciona a la especie, una capacidad adicional para proliferar en zonas sometidas a la vigilancia entomológica por parte de los entes territoriales, ya que tiene la ventaja de sobrevivir al efecto tóxico de los insecticidas usados en salud pública.

Factores extrínsecos

Los factores extrínsecos más significativos involucrados con el incremento poblacional de la especie *Ae. aegypti* lo constituyen el desequilibrio del ecosistema asociado al aumento a la población humana, así como los movimientos poblacionales humanos, y el desplazamiento de productos infestados por huevos del mosquito. Estos factores son tomados en cuenta, por la sinantropía mostrada por *Ae. aegypti* en América, relacionada fundamentalmente con los asentamientos humanos, ya sean urbanos, suburbanos o rurales (Ibañez-Bernal & Gomez-Dantes, 1995). Entre los factores extrínsecos tenemos: factores ambientales, humanos y demográficos.

Factores ambientales

Las condiciones ambientales directamente relacionadas y que favorecen la reproducción de *Ae. aegypti*, son: latitud, altitud, temperatura, humedad relativa y la pluviosidad. La temperatura tiene un impacto importante sobre el ciclo de vida de *Ae. aegypti*, así como en el proceso de replicación del virus dentro del vector. En diversos estudios se ha informado que una alta temperatura provoca acortamiento en la duración del ciclo gonadotrófico y del ciclo extrínseco viral, así como facilita la supervivencia del mosquito e incrementa la cantidad de alimentaciones que realiza (Kuno *et al.*, 1995), siendo el reflejo del proceso de adaptación a cambios climáticos locales (Beserra *et al.*, 2006). El aumento de la temperatura reduce la producción de larvas de *Ae. aegypti* y afecta finalmente la talla del adulto; esto se compensa con aumento del número de picaduras para satisfacer las necesidades de alimento, y con una reducción del período de incubación extrínseco. La

abundancia de *Ae. aegypti* en Indonesia y Argentina se ha relacionado con la temperatura (Vezzani *et al.*, 2004; Arcari *et al.*, 2007) al igual que en Costa Rica, México y Colombia cuya dispersión esta influenciada por factores como la temperatura y la altitud. En la mayoría de las áreas de Colombia con transmisión endémica de dengue, las temperaturas varían entre 15°C y 40°C, con un promedio de 27°C, la humedad relativa es moderada a alta y la pluviosidad es variable (IGAC, 2008). Se ha descrito correlación entre la presentación de epidemias de dengue y los cambios climáticos debido a la sensibilidad de *Ae. aegypti* a la variación de la temperatura y las precipitaciones. Durante la epidemia de 1998 en Colombia, se observó una estrecha asociación entre el aumento sostenido de la temperatura superficial del Océano Pacífico y el incremento del número de casos de dengue, por encima de lo esperado (Giraldo *et al.*, 1998), coincidiendo con lo referido por Hurtado-Díaz *et al.*, (2007) en México, quienes encontraron una correlación moderada entre las epidemias de dengue y los cambios climáticos producidos por el aumento en las condiciones cálidas de la superficie del mar y la reducción de las lluvias. Otro factor que incide en la proliferación de *Ae. aegypti* son las precipitaciones; altas densidades se han asociado principalmente con la estación lluviosa debido generalmente a una mayor disponibilidad de criaderos (Kuno *et al.*, 1995; Barrera, *et al.*, 1995; Troyo *et al.*, 2008). Este hecho ha sido observado en algunas regiones de Colombia, donde las lluvias incrementan el número de criaderos potenciales, sobre todo en los municipios con problemas de saneamiento peridomiciliario y acumulación de residuos sólidos. En el mismo contexto, la humedad también afecta la proliferación de *Ae. aegypti*; en Brasil, Costa *et al.*, (2010) encuentran reducción en la densidad de *Ae. aegypti* durante los períodos calurosos y secos del año, no sólo por reducción de los sitios de reproducción, sino también por el efecto de la temperatura alta y baja humedad sobre la fertilidad, fecundidad y supervivencia de la especie, afirmando que la reducción en las densidades poblacionales en zonas tropicales durante las temporadas con temperaturas superiores a los 35°C, están fuertemente influenciadas por la temperatura y humedad, afectando negativamente varios aspectos de la biología de los mosquitos. Debido al calentamiento global y a múltiples factores socioeconómicos regionales y locales, los patrones de distribución de *Ae. aegypti* han cambiado, con nuevos registros altitudinales y una extensa distribución en todos los continentes, incluidos Norteamérica, Europa y Asia (Kraemer *et al.*, 2015, Dhimal *et al.*, 2015). Así tenemos que en Puebla (México), esta especie pasó de encontrarse a 1.630 msnm

en el año 1987 a 2.133 msnm en el año 2011 (Ibañez 1987, Lozano-Fuentes *et al.*, 2012), de igual manera en Colombia, se pensaba que la especie no habitaba por encima de 1.585 msnm pero luego de 1981 Suárez & Nelson lo registran por encima de 1.600 msnm y 2.200 msnm en Málaga (Santander), así como en Antioquia a 2302 msnm (Ruiz-López *et al.*, 2016).

Factores socioeconómicos

Las bajas condiciones socioeconómicas han sido asociadas con la proliferación del *Ae. aegypti*, la incidencia de dengue, principalmente, debido al incremento en el riesgo de transmisión. La mala condición de la vivienda ha sido relacionada con criaderos positivos por *Ae. aegypti* en algunos países, debido al suministro inadecuado de agua y mal manejo de los desechos sólidos, creando así condiciones idóneas para la proliferación del vector, reflejando las deficientes condiciones de urbanización y bajo nivel de educación (San Martín *et al.*, 2010, Mena *et al.*, 2011). Un estudio llevado por Walker *et al.*, (2011) en Tucson, USA relaciono la densidad de *Ae. aegypti* y los factores que podrían influir en su distribución, encontrando “la edad de la casa” como único factor que mostro una asociación significativa consistente con la abundancia de *Ae. aegypti*, registrando mayor cantidad de huevos del mosquito en las casas más antiguas. Otro aspecto importante que ha sido considerado desde hace varias décadas, es la calidad en el servicio del agua, un suministro discontinuo promueve el almacenamiento de agua incluso en viviendas con acueducto, aunado a hábitos culturales de almacenamiento de agua sin necesidad (Barrera *et al.*, 1995; Troyo *et al.*, 2008). Estudios realizados en Perú, Venezuela y Costa Rica han mostrado la relevancia de este hecho, dado que su potencial como criaderos de *Ae. aegypti* lo convierte en un factor preponderante para brotes de dengue y otras arbovirosis (Barrera *et al.*, 2002; Morrison *et al.*, 2004; Troyo *et al.*, 2008). Adicionalmente, Mariné *et al.*, (2007) consideran la presencia de depósitos de agua sin protección en las casas, como un factor de riesgo que aumenta la proliferación de *Ae. aegypti*. Ahora bien, no hay que olvidar que los depósitos artificiales, tanto útiles (cubos, palanganas, ollas, jarros, entre otros), como no útiles (latas, llantas inservibles, entre otros) constituyen criaderos preferenciales del mosquito *Ae. aegypti*. En Colombia para el 2013 el 9% de la población no contaba con una fuente mejorada de agua potable (3% de la población urbana y 26% de la rural) y el 19% no tenía acceso a instalaciones de saneamiento (15% de la población urbana y 32% de la rural).

A esto se unió que el 21% de los municipios carecían de programas de recolección de residuos sólidos, lo cual ocasionó la exposición de diferentes materiales al aire libre los cuales constituyeron sitios de cría para *Ae. aegypti* (Rodríguez & Ramos, 2013). Otro factor a considerar es el nivel educativo, así tenemos que Avila *et al.*, (2004) en México y Danis *et al.*, (2010) en Honduras demostraron una relación positiva entre la presencia de criaderos positivos por *Ae. aegypti* y el bajo nivel escolar de las madres de familia, lo cual podría dificultar el entendimiento del riesgo que representa la presencia del vector para los habitantes, y los conocimientos necesarios para su control. Es por ello que en varios países de America Latina y en particular en Colombia se han llevado por años programas educativos para el control de *Ae. aegypti* con énfasis en el ordenamiento ambiental y eliminación de criaderos por parte de la comunidad. Para el 2017, la Secretaría de Salud anunció que continuarán el programa educativo que busca la erradicación de criaderos de mosquitos y también seguirá la fumigación en la capital del departamento Norte de Santander, dejando claro que la responsabilidad en la prevención es compartida y no solo del Estado.

Factores demográficos

Según Kuno (1995) la proliferación de *Ae. aegypti* podría obedecer a una serie de factores entre los que se incluyen un aumento en la densidad poblacional, la globalización del transporte, que permite la movilización de personas y mosquitos, y una urbanización descontrolada. En relación con este último factor, su impacto podría deberse a deficiencias en el acabado de las viviendas y en las condiciones de vida que propician el hacinamiento, así como insuficiencia de servicios básicos como agua potable, salud y saneamiento, todos aspectos que modulan positivamente la ocurrencia del vector repercutiendo en la dinámica de transmisión de las arboviroris, ya que propician el contacto humano-vector. Con base al Censo 2005, en las últimas décadas la población colombiana se ha asentado en las principales cabeceras urbanas, aumentando el número de pobladores expuestos a la picadura de *Ae.aegypti*. Esta conducta ha sido producto de la migración de las poblaciones rurales, por los desplazamientos ocasionadas por el conflicto social armado, por la falta de oportunidades de trabajo en el campo y por los problemas de seguridad. Estos asentamientos se han producido en las cabeceras municipales, en la mayoría de los municipios endémicos, en forma desordenada, acelerada y sin ningún tipo de planificación trayendo como consecuencia dificultades a las administraciones municipales para poder atender la demanda, cobertura,

frecuencia y la calidad de los servicios sanitarios, como el agua y la recolección y disposición de residuos sólidos. El suministro deficiente de agua potable en muchos municipios en riesgo, obliga a la población a buscar como solución inmediata el almacenamiento de agua para el consumo humano y uso doméstico, utilizando numerosos y diversos tipos de recipientes, lo que determina la proliferación de criaderos potenciales del vector. Concomitantemente, las condiciones, modos y estilos de vida de la población, determinan la cantidad de personas expuestas a las picaduras de los mosquitos, y un mayor contacto entre el hombre y el vector infectado, en las condiciones de transmisión existentes. Mena *et al.*, (2011) evaluando la correlación de factores climáticos y geográficos, socioeconómicos y ambientales con la incidencia de dengue y dengue hemorrágico en Costa Rica, encuentran una relación entre el Índice de Pobreza Humana, desempleo y analfabetismo, así como con la altitud y temperatura, reflejando que estas últimas variables ejercen su efecto en aspectos como la distribución de los vectores, su ciclo de vida, supervivencia diaria y la regulación del ciclo extrínseco viral. Particularmente, en Colombia, en un estudio llevado en dos municipios de Antioquia, Arauca y Armenia, se evaluaron diversos factores que inciden en la proliferación de *Ae. aegypti* en la zona, encontrando una mayor densidad vectorial en el municipio de Arauca lo cual se relacionó con urbanización no planeada, zonas de riesgo de inundación, estratos socioeconómicos bajos, presencia de tanques bajos (alberca) y mayor temperatura, concluyendo que existe una relación entre las estructuras y dinámicas del territorio con la densidad vectorial en los municipios, donde la interacción entre sistemas ecológicos y sociales configuran zonas particulares de alta y baja densidad de *Ae. aegypti* (Fuentes-Vallejo *et al.*, 2015). Estos autores observaron dentro de un mismo municipio diferencias en la densidad poblacional de *Ae. aegypti*, producto de las condiciones socioeconómicas, almacenamiento de agua y los programas de control, demostrando que la proliferación de *Ae. aegypti* no se debe a un solo factor si no la confluencia de diversos factores que le favorecen.

Proliferación de *Ae. aegypti* en los últimos años en Colombia. A propósito del departamento de Norte de Santander 2007-2015.

El territorio colombiano se extiende desde los 4°13' 30" LS, hasta los 12° 27'46" LN, y desde los 66° 50' 54" hasta 79° 0'23" LO. Esta ubicación en el área tropical ofrece adecuadas condiciones ecológicas para la proliferación de *Ae. aegypti*, adicionalmente a la presencia de

factores culturales y sociales relacionados con las condiciones y la calidad de vida. En Colombia existen de 6 regiones geográficas naturales cuyas condiciones climáticas y ambientales, altitud, temperatura ambiente, humedad relativa y pluviosidad favorecen la reproducción y la proliferación de *Ae. aegypti*: Región Costa Atlántica, Región Costa Pacífica, Región Centro-Oriente, Región Centro-Occidente, Región Orinoquia y Región Amazonía (Fig. 1) (Padilla *et al.*, 2012). Particularmente la Región Centro Oriente está constituida por los departamentos Boyacá, Cundinamarca, Santander, Norte de Santander, Tolima y Huila (Fig. 2). Más de la mitad de esta región, específicamente 225 municipios, se encuentran ubicados a menos de 1.800 msnm, con una temperatura promedio de 25 °C, y humedad relativa y pluviosidad moderada, condiciones óptimas para la proliferación del vector, por lo que en la región, los índices de infestación aédica se mantienen regularmente altos (índices de vivienda por encima de 4 %). Según Padilla *et al.*, (2012) para el 2010 la región Centro-Oriente concentró el mayor número de municipios endémicos para dengue en el país (251); 108 (43 %) de estos registraron transmisión por debajo de los 1.000 msnm. Otra característica de la región, es la falta de suministro de agua potable, que genera la presencia de tanques bajos para el almacenamiento de agua para consumo humano, la mayoría de ellos al descubierto y sin el correcto lavado, lo cual crea un ambiente apropiado para la proliferación de *Ae. aegypti*, siendo estos los criaderos predominantes en la región (72 %). Además, existen otros tipos de criaderos, como los generados por los problemas de saneamiento peridomiciliario y por la acumulación de residuos sólidos en los patios (INS, 2008). El departamento Norte de Santander, departamento motivo de la presente revisión, no escapa de esta realidad. Está situado en el noreste de la región andina del país, entre los 6° 56' 42" y 9° 18' 01" LN y 72° 01' 13" y 73° 38' 25" LO. Cuenta con una superficie de 22.130 km² (1,9 % del territorio nacional) distribuida en 40 municipios (Fig. 3). El departamento de Norte de Santander limita al norte con el departamento del Cesar, al este, con Venezuela, al sur, con el departamento de Boyacá, y al suroeste, con el departamento de Santander. Tiene todos los pisos térmicos y las temperaturas van desde los 30°C en los valles del río Zulia y el río Catatumbo, hasta los 3°C, en los altos páramos. El dengue en el departamento constituye un problema de salud pública que afecta 85 % de sus municipios considerados endémicos, que albergan el 82 % de la población. Varios aspectos relacionados con la proliferación de *Ae. aegypti* en la zona fueron considerados en esta revisión. En primer lugar,

según las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), con base en Censo 2005, la población para el año 2015 en este departamento, fue de 1.355.787 habitantes, distribuidos en un 78,5% en las cabeceras municipales y en un 21,5% en las zonas rurales (Fig. 4); estos asentamientos en cabeceras municipales generalmente en forma desordenada y sin planificación han generado graves problemas de servicios sanitarios entre ellos; agua y recolección de residuos sólidos. La deficiencia en el suministro de agua, obliga a los pobladores al almacenamiento en diferentes recipientes, los cuales son potenciales criaderos de *Ae. aegypti* favoreciendo así la proliferación de vector y la transmisión de enfermedades. Es de hacer notar que en Cúcuta, capital del departamento Norte de Santander, en zonas marginales, se observa la ausencia de redes de acueducto o donde hay una frecuencia del servicio de cada 8 a 15 días, que obliga a esas comunidades a construir grandes tanques de almacenamiento de agua en sus viviendas y abastecerse con agua acarreada en carro tanques, aumentando así, el riesgo de contraer enfermedades de alto impacto para la salud pública como Dengue, Zika, Chinkunguña y el riesgo de la urbanización para Fiebre Amarilla, debido a que recipientes se convierten en criaderos potenciales para el *Ae. aegypti*. En segundo lugar tenemos, el hecho que el departamento Norte de Santander para el 2013 se ubica en el puesto 12 entre los departamentos más pobres del país, con un porcentaje del 27,8% de necesidades básicas insatisfechas “NBI” (con hacinamiento crítico, hogares con servicios inadecuados, hogares con alta dependencia económica y hogares con población en edad escolar que no asisten a la escuela) (Dinámica Socioeconómica del Norte de Santander). Adicionalmente, se registra déficit total de vivienda en el departamento Norte de Santander, tanto en las cabeceras urbanas como en las zonas rurales con déficit cualitativo y cuantitativo, refiriéndose a déficit cuantitativo en base a la comparación entre el número de hogares y el número de viviendas apropiadas existentes, y a déficit cualitativo a las viviendas particulares que presentan carencias habitacionales en los atributos referentes a la estructura, espacio y a la disponibilidad de servicios públicos domiciliarios. (DANE, 2008). El déficit de la vivienda en el departamento se mantiene en ascenso desde el 2005 (Fig. 5), lo cual beneficia la proliferación de *Ae. aegypti*, debido a que existe mayor probabilidad de contacto vector-hombre. Al hacer foco en el déficit cualitativo, con proyecciones de DANE para 2013, se observa que el 19% de los hogares construidos con materiales inadecuados en paredes y el 13% con piso en tierra o en arena. La disponibilidad

y acceso a servicios de agua potable y saneamiento básico o manejo de excretas, con base en la Gran Encuesta Integrada de Hogares, deja al descubierto que en este departamento el 14% de la población no tiene acceso a agua potable o debidamente tratada, por lo que el almacenamiento es indispensable aumentado el riesgo de proliferación de *Ae. aegypti*. En la revisión realizada no se encontraron publicaciones que hicieran mención a la proliferación de *Ae. aegypti* en el departamento Norte de Santander para el período 2007-2015, mediante la determinación de índices de infestación aérea, por lo que se procedió a revisar la casuística por dengue en el departamento Norte de Santander, por ser este un problema prioritario de salud pública en la región y así establecer comparaciones durante en el período bajo estudio.

Período 2007-2010.

Para el año 2007 el acumulado de casos de dengue notificados al (Sivigila, 2007) fue de 43.541 casos y al compararlos con lo reportado en el 2006, se observó un incremento del 12%, donde 3.572 casos procedieron del departamento de Norte de Santander. Posteriormente en el 2008 se notificaron 32.797 casos de Dengue Clásico (DC) y 4.348 casos de Dengue Hemorrágico (DH) para un total de 37.145 casos, siendo estos inferiores a los registrados para la misma semana epidemiológica 52 del 2007. Para el 2009 se registra incremento del número de casos (41.819) y de igual manera encontramos al departamento Norte de Santander entre los principales departamentos con alta casuísticas por dengue. En el 2010 Colombia vivió la más grande epidemia de dengue de los últimos años. El incremento fue drástico: de 9.745 casos reportados en 1992, pasó a 157.152 en el 2010 (SIVIGILA, 2010) (Fig. 6). Históricamente los departamentos que presentan alta incidencia de dengue en el país, son Santander, Norte de Santander, Valle del Cauca, Antioquia, Tolima, Huila, Casanare, Atlántico y Cundinamarca, más del 60% de los casos notificados anualmente en los últimos años se distribuyen en esas dependencias. Específicamente, en el Norte de Santander fueron reportados 7.388 casos de dengue del total de casos notificados en Colombia para el 2010, siendo el reflejo de la proliferación de *Ae. aegypti* en la zona, debido a la existencia de factores ambientales, socioeconómicos y culturales que hacen a este departamento, una región con condiciones idóneas para su establecimiento y reproducción, así como para la transmisión del DENV. En cuanto a la casuística por dengue para los municipios fronterizos, durante el año 2010 Cúcuta (3.447 casos dengue y 435 casos dengue grave), Villa del Rosario

(287 casos dengue y 73 casos dengue grave) y Los Patios (182 casos dengue y 69 casos dengue grave) reportaron el mayor número de casos de dengue por 100.000 hab., superando lo presentado en la zona fronteriza.

Período 2011-2015.

Hasta la semana epidemiológica 52 de 2011 se habían notificado al Sistema de Vigilancia en Salud Pública del INS un total de 32.755 (94%) casos de dengue en el país, de los cuales 1.383 (6%) correspondieron a dengue grave, observándose un descenso de 79,2% en comparación con los casos para el año epidémico 2010 (157.152). Es de hacer notar que el 66% de los casos reportados en el año 2011 procedieron de 10 entidades territoriales: Norte de Santander 9%, Meta 9%, Valle 9%, Tolima 8%, Santander 7%, Antioquia 7%, Huila 6%, Sucre 4%, Cesar 4% y Quindío 4% (Tabla I), donde el mayor número de casos correspondieron al Norte de Santander (3.042). Para la semana epidemiológica N° 51 de 2012 se registra nuevamente incremento de casos con respecto al 2011, con 53.141 casos totales de dengue, 51.724 (97%) de dengue y 1.417 (3%) dengue grave (SIVIGILA, 2012), procediendo un 7,6% de los casos del departamento Norte de Santander. Comparando la casuística por dengue para la semana epidemiológica 52 de los años 2013 y 2014 se puede observar incremento de casos para el 2013 y posterior descenso para el 2014 con valores de 126.553 casos y 108.291 respectivamente; nuevamente con un patrón similar con respecto a la procedencia de los casos; departamento del Norte de Santander una de las principales entidades territoriales que aportan gran números de casos de dengue a la casuística nacional. En cuanto a la distribución por municipio, el 50% de los casos de dengue notificados procedieron de 23 municipios, de los cuales aporta el mayor número de casos los municipios de Cali, Cúcuta, Bucaramanga, Villavicencio, Neiva, Medellín, Floridablanca, Sincelejo, Ibagué, Barranquilla, Montería, Armenia, Girón, Espinal, Acacias, Piedecuesta, Barrancabermeja, Cartagena y Soledad. Para el 2015 hasta la semana epidemiológica 51 de 2015 se notificaron en el Sistema de Vigilancia Salud Pública (Sivigila) del Instituto Nacional de Salud: 92.795 casos totales de dengue, 91.473 casos (98,6 %) de dengue y 1.322 casos (1,4 %) dengue grave, presentándose una reducción de 14.390 casos (13,4 %), con respecto al mismo período epidemiológico de 2014. El 80,2 % de los casos de dengue procedieron de 12 entidades territoriales: Valle del Cauca con 20,8 %, Tolima con 9,6 %, Santander con 8,9 %, Antioquia con 7,1 %, Meta con 6,6 %, Huila con 5,0 %, Cesar con 4,5 %, Norte de

Santander con 4,2 %, Quindío con 4,0 %, Cundinamarca con 3,3 %, Sucre con 3,0 % y Atlántico con 3,1 %. Todo lo anteriormente muestra que el dengue en Colombia se presenta en forma cíclica, con aumento y disminución en los casos anualmente pero con un patrón similar con respecto a la procedencia de los casos, particularmente, en las regiones más afectadas como: Santander, Norte de Santander, Huila, Tolima y Valle del Cauca, lo cual lleva a inferir que en el caso del Norte de Santander esto se deba a la proliferación de *Ae. aegypti*, ya que en el área confluyen diversos factores como intensa actividad comercial, migración fronteriza con Venezuela, rápido crecimiento urbano no planificado, circulación simultánea de los cuatro serotipos del virus, altos índices de infestación y condiciones eco-epidemiológicas favorables para la transmisión y persistencia del dengue. En este período cabe mencionar la emergencia de las arbovirosis Chikunguña y Zika, ambas transmitidas por *Ae. aegypti* mostrando cual muestra la proliferación de este vector en diferentes entidades territoriales de Colombia. Con respecto al Chikunguña, SIVIGILA (2014) para la semana epidemiológica 52 de 2014 notificó 88.091 casos de Chikunguña por las diferentes fuentes, clasificados como: sospechosos, confirmados por clínica, confirmados por laboratorio, negativos por laboratorio y descartados. El virus circuló viral en 28 entidades territoriales en las que se notificaron casos confirmados por laboratorio y sospechosos en: Amazonas, Atlántico, Arauca, Antioquia, Barranquilla, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cartagena, Casanare, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Putumayo, Nariño, Norte de Santander, Sucre, Santander, Santa Marta, Risaralda, Tolima, San Andrés y Valle del Cauca. Específicamente para la región Oriental fueron reportados casos confirmados por laboratorio en los departamentos de Boyacá, Norte de Santander y Santander; en esta región el municipio de Cúcuta presentó la mayor frecuencia de casos confirmados por clínica (Tabla II). Hasta la semana epidemiológica 51 de 2015 se notificaron 358.850 casos, de los cuales 355.175 fueron confirmados por clínica, 3.192 confirmados por laboratorio y 483 sospechosos, demostrando la circulación viral en 35 entidades territoriales quienes confirmaron casos por laboratorio, dentro de estas el departamento Norte de Santander (Tabla III). Con respecto al Zika, a partir de la confirmación de la circulación de virus Zika (ZIKAV) en el país y como resultado del trabajo de vigilancia intensificada de dengue, chikunguña y otras enfermedades eruptivas por el laboratorio de virología del INS, confirmó por laboratorio a la semana epidemiológica 51 de 2015 un total 736 casos positivos

del ZIKV, distribuidos en 28 de las 36 entidades territoriales. Se notificaron 9.280 casos sospechosos al sistema de vigilancia epidemiológica nacional (Sivigila), procedentes de 34 de las 36 entidades territoriales, la mayoría de los casos procedían de las regiones Caribe, Central y Oriental. En la región oriental se registraron un total de 1131 casos, procedentes de tres entidades territoriales y 31 municipios (Tabla IV). Todos estos hallazgos en la casuística de tres grandes arbovirosis en el Departamento Norte de Santander, se ve respaldado por la información emanada del Instituto Nacional de Salud, para el año 2014, cuyo ente gubernamental reporta a *Ae. aegypti* en 33 de los 40 municipios que conforman el departamento Norte de Santander lo que constituye un 82,5% de todo el departamento (Tabla V). En la actualidad en el Departamento Norte de Santander no se conocen los niveles de infestación del *Ae. aegypti*, por lo que es necesario realizar estudios en los diferentes municipios del departamento determinando índices aedicos y su relación con factores culturales, demográficos, socioeconómicos y ecológicos que benefician la proliferación de *Ae. aegypti*, pudiéndose incluir en ellos el uso de una nueva herramienta, la cual pudiera ser considerada importante para conocer la proliferación de la especie, a través de la presencia de anticuerpos contra proteínas de las glándulas de *Ae. aegypti* en los habitantes, tal como lo refieren Londoño-Rentería *et al.*, (2015) en un estudio realizado precisamente en el Norte de Santander donde revelaron relación entre altos niveles de anticuerpos IgG en sujetos que vivían en casas con presencia de mosquitos *Ae. aegypti* en la fase acuática, reflejando el grado de contacto hombre-vector. Adicionalmente deben ser llevadas investigaciones tipo conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) de la zona frente al dengue y su vector, con el fin de diseñar estrategias de promoción y prevención con criterio técnico y específico para estos sitios de riesgo.

CONCLUSIONES

La creciente y desordenada urbanización que se ha venido presentando en las principales ciudades capitales de Colombia, situadas en áreas con condiciones adecuadas de transmisión y con mayor concentración de población, facilita la existencia y proliferación de criaderos potenciales de *Ae. aegypti*, mayor disponibilidad de poblaciones humanas vulnerables a la infección y al contacto hombre-vector-virus. Existe el fenómeno creciente de urbanización acelerada no planeada en el Norte de Santander, lo cual genera demanda de servicios públicos básicos insatisfechos de agua potable, drenaje y recolección de desechos sólidos, incremento de la pobreza, aumento en el tráfico comercial de mercancías e incesante migración. La migración concentra población de individuos susceptibles, favorece la introducción y diseminación de la infestación a nuevas áreas y amplifica la dispersión del vector. Esta incorporación al medio urbano trae consigo el incremento en el consumo de productos no reciclables, producen más basura y por ende criaderos de mosquitos. Lo anterior

evidencia la necesidad de fortalecer los programas estatales para garantizar la cobertura de agua potable, saneamiento y buena disposición de los residuos sólidos tanto en áreas urbanas como en áreas rurales, así como también los programas de vigilancia y control de *Ae. aegypti*. De igual manera, se debe integrar a los programas regulares de vigilancia entomológica, priorizados al área urbana, la vigilancia entomológica en áreas rurales, ya que en Colombia como en otros países hay evidencia de transmisión rural de esta enfermedad. Ante la presencia de nuevos virus en el país como el del chikungunya, virus mayaro y el zika, que tanto impacto han causado en la salud pública, y ante el riesgo de la llegada de otros virus, es necesario implementar y fortalecer la vigilancia epidemiológica, ambiental y entomológica en áreas rurales. Por los riesgos para Colombia al estar ubicada en una región endémica para dengue, y donde *Ae. aegypti* constituye un grave problema de salud a los habitantes, se hace necesario llevar a dimensiones superiores la vigilancia epidemiológica, así como integrar en los programas de control la participación comunitaria. El fracaso en el ordenamiento o control ambiental y en el control entomológico hace que aumente el riesgo de transmisión de la enfermedad debido a la proliferación del *Ae. aegypti*. Los factores extrínsecos más significativos involucrados con la proliferación de la especie lo constituyen el desequilibrio del ecosistema asociado al aumento a la población humana, así como los movimientos poblacionales humanos, y el desplazamiento de productos infestados por huevos del mosquito. La presente revisión se encontró con la limitante de escasos trabajos publicados donde se aborde de manera amplia la complejidad de la proliferación de *Ae. aegypti* en el departamento Norte de Santander y por ende la transmisión de las arbovirosis, por lo que se recomienda el desarrollo de estudios que abarquen de una manera integral las variables ecológicas, biológicas y sociales; factores interdependientes que han contribuido a la proliferación de *Ae. aegypti* en zonas urbanas del departamento Norte de Santander, Colombia, en los últimos años, o en su defecto, la publicación de investigaciones llevadas por trabajadores e investigadores del área de la Entomología y Salud Pública en Colombia; ya que muchos de ellos obtienen información importante en su laborar diaria.

BIBLIOGRAFIA

Abe M, McCall PJ, Lenhart A, Villegas E, Kroeger A. 2005. The Buen Pastor cemetery in Trujillo, Venezuela: measuring dengue vector output from a public area. *Trop Med Int Health*. 10(6):597-603.

Aitken T, Downes W, Shope R. 1977. *Aedes aegypti* strain fitness for yellow fever virus transmission. *Am J Trop Med Hyg*. 26(5 Pt1): 985-89.

Arcari P, Tapper N, Pfuller S. 2007. Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. *Singap J Trop Geogr*. 28:251–72. 39.

Atencia MC, Pérez M de J, Jaramillo MC, Caldera SM, Cochero S, Bejarano EE. 2016. Primer reporte de la mutación F1534C asociada con resistencia cruzada a DDT y piretroides

en *Aedes aegypti* en Colombia. Biomédica. 36 (3).
doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v36i3.2834>.

Ávila G, Martínez M, Sherman C, Fernández E. Evaluación de un módulo escolar sobre dengue y *Aedes aegypti* dirigido a escolares en Honduras. 2004. Rev Panam Salud Publica. 16(2):84–94.

Barrera R, Delgado N, Jiménez M. 2002. Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. Rev Panam Salud Publica. 8(4):225–33.

Barrera R, Navarro JC, Mora Rodríguez JD, Domínguez D, González García JE. 1995. Deficiencia en servicios públicos y cría de *Aedes aegypti* en Venezuela. Bol Oficina Sanit Panam. 118(5):410–23.

Beserra, EB, Castro F, Santos JW, Santos TS, Fernandes CR. 2006. Biología e Exigências Térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) Provenientes de Quatro Regiões Bioclimáticas da Paraíba. Neotropical Entomology 35: 853–860.

Bisset JA, González B, Navarro Ortega A, et al. 1985a. Estudio de la estabilidad relativa de los criaderos urbanos a través de los índices de diversidad, equitatividad y riqueza de especies. Rev Cub Med Trop. 37:308.

Bisset JA, Marquetti MC, González B, et al. 1985b. La abundancia larval de mosquitos urbanos durante la campaña de erradicación del *Aedes aegypti* y del dengue en Cuba (1981-1982). Rev Cub Med Trop. 37: 161.

Brown A. 1968. Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. J Am Mosq Control Assoc. 2:123-40.

Cadavid J, Rojas W. 2012. Variabilidad genética de seis poblaciones de *Aedes aegypti* de Medellín (Antioquia), Colombia. Actual Biol 34 (96): 133-176.

Caldera S, Jaramillo M, Cochero S, Pérez-Doria A, Bejarano E. 2013. Diferencias genéticas entre poblaciones de *Aedes aegypti* de municipios del norte de Colombia, con baja y alta incidencia de dengue. *Biomédica*. 33 (Supl.1):89-98. doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v33i0.1573>.

Castrillon JC, Castaño J, Urcuqui S. 2015. Dengue en Colombia: diez años de evolución. *Rev Chilena Infectol* 32 (2): 142-149.

Costa EA, Santos EM, Cavalcanti J, Ribeiro CM. 2010. Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 54(3): 488–493.

Danis-Lozano R, Rodríguez M, Hernández Ávila M. 2010. Gender-related family head schooling and *Aedes aegypti* larval breeding risk in southern Mexico. *Salud Publica Mex*. 44:237–42.

De Benedictis J, Chow-Shaffer E, Costero A, Clark GG, Edman JD, Scott TW. 2003. Identification of the people from whom engorged *Aedes aegypti* took blood meals in Florida, Puerto Rico, using polymerase chain reaction-based DNA profiling. *Am J Trop Med Hyg*. 68(4):437-46.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Censo general de población 2005. Bogotá, D. C. 2005.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Censo general de Colombia, 2005. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística; 2009.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Cálculos MESEP. 2002-2005: serie de ingresos ECH empalmados para el total nacional. 2008-2013: GEIH.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Metodología Gran Encuesta Integrada de Hogares. 2014.

Diagnóstico socioeconómico del Departamento de Norte de Santander.
www.anh.gov.co/.../1.1.2%20DIAGNOSTICO%20NORTE%20DE%20SANTANDER.

Dhimal M, Gautam I, Joshi HD, O'Hara RB, Ahrens B, Kuch U. 2015. Risk factors for the presence of chikungunya and dengue vectors (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*), their altitudinal distribution and climatic determinants of their abundance in Central Nepal. PLoS Negl Trop Dis. 9:e0003545. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003545>.

Dutary BE, Rozette JE, Campos C. 1989. Situación actual del mosquito *Aedes aegypti* en el área metropolitana de la ciudad de Panamá. Revista Médica de Panamá. 14: 67.

Focks DA, Sackett SR, Bailey DL, *et al.* 1981. Observations on container-breeding mosquitoes in New Orleans, Louisiana, with an estimate of the population density of *Aedes aegypti*. Am J Trop Med Hyg 30:1329.

Fuentes-Vallejo M, Higuera-Mendieta D, García-Betancourt T, Alcalá-Espinosa L, García-Sánchez D, Munévar-Cagigas D, Brochero H, González-Uribe C, Quintero J. 2015. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 31(3):1-14. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00057214>

Giraldo GP, Cuevas H, Pabón JD, Padilla JC. 1998. Comportamiento del dengue clásico asociado con la temperatura superficial del mar como indicador del ciclo ENOS en Colombia, 1980-1998. Inf Quinc Epid Nac. 4:322-7.

González R, Gamboa F, Perafán O, Suárez MF, Montoya J. 2007. Experiencia de un análisis entomológico de criaderos de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en Cali, Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 33:148-56.

González R, Suárez M. 1995. Sewers: The principal *Aedes aegypti* breeding sites in Cali, Colombia. *Am J Trop Med Hyg.* 53(160).

Gordon J. 1988. Health Education Research: Mixed strategies in health education and community participation: an evolution of dengue control in the Dominican Republic. Oxford University Press 3(4): 399-419.

Govindarajan M, Karuppanan P. 2011. Mosquito larvicidal and ovicidal properties of *Eclipta alba* (L.) Hassk (Asteraceae) against chikungunya vector, *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 4(1): 24-28.

Guagliardo S, Rinaldi P, Jones B, Morrison A, Astete H, Kitron U, et al. 2011. Quantifying the contribution of public spaces for exposure risk to *Aedes aegypti*, in Iquitos, Peru. 60th Annual Meeting The American Society of Tropical Medicine and Hygiene Philadelphia, PA USA. LB-2129.

Gubler DJ. 1998. Resurgent Vector-Borne Diseases as a Global Health Problem. *Emerging Infectious Diseases* 4(3):442-450.

Gutiérrez-Saravia E, Gutiérrez C. 2015. Chikungunya virus in the Caribbean: A threat for all of the Americas. *J. of Pediatric Infectious Diseases Soc.* 4(1): 1-3.

<https://www.laopinion.com.co/.../mosquito-aedes-aegypti-bajo-control-en-cucuta-127...>

Hurtado-Díaz M, Riojas-Rodríguez H, Rothenberg SJ, Gómez-Dantes H, Cifuentes E. 2007. Impact of climate variability on the incidence of dengue in Mexico. *Trop Med Int Health.* 12:1327-37.

Ibáñez-Bernal S. 1987. Nuevo registro altitudinal de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) en México. *Folia Entomol Mex.* 72:163-164.

Ibáñez Bernal S, Gómez-Dantes H. 1995. Los vectores del dengue en México: una revista crítica. *Salud Pub Mex.* 37:53-63.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Protección Social. 2008. Distribución del mosquito *Aedes aegypti*, vector del virus del dengue en Colombia. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2008.

Instituto Nacional de Salud. (INS). 2008. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Ministerio de la Protección Social. Distribución del mosquito *Aedes aegypti*, vector del virus del dengue en Colombia. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Instituto Nacional de Salud (INS). 2013. El dengue en Colombia. Instituto Nacional de Salud. Consultado de internet el 10 de septiembre de 2017 de la página <http://www.ins.gov.co/temas-de-interes/Paginas/dengue.aspx>.

Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 52 de 2009. 27 diciembre al 02 de Enero de 2010. www.ins.gov.co.

Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 52 de 2010. 26 al 01 de Enero de 2011. www.ins.gov.co.

Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 52 del 25 al 31 de diciembre de 2011. www.ins.gov.co.

Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Dengue. Semana epidemiológica 51 de 2012. www.ins.gov.co.

Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 52 de 2013. www.ins.gov.co.

Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 51 del 20 al 26 de diciembre de 2015. www.ins.gov.co.

Kettle, DS. 1993. Medical and Veterinary Entomology. Cab International. UK: 451-471.

Kittayapong P, Thongyuan S, Olanratmanee P, Aumchareoun W, Koyadun S, Kittayapong R, *et al.* 2012. Application of eco-friendly tools and eco-bio-social strategies to control dengue vectors in urban and peri-urban settings in Thailand. *Pathog Glob Health*. 8:446-54.

Kraemer MU, Sinka ME, Duda KA, Mylne QN, Shearer MF, Barker MC, *et al.* 2015. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *Elife*. 4:e08347. <http://dx.doi.org/10.7554/eLife.08347>

Kroeger A, Lenhart A, Ochoa M, Villegas E, Levy M, Alexander N, *et al.* 2006. Effective control of dengue vectors with curtains and water container covers treated with insecticide in Mexico and Venezuela: cluster randomised trials. *BMJ*. 332(7552):1247-52.

Kuno G. 1995. Review of the factors modulations dengue transmission. *Epidemiol Rev*. 17; 321-335.

Leiva N, Cáceres O. 2004. Variabilidad genética de *aedes aegypti* en algunas áreas del Perú usando single stranded conformational polymorphism (SSCP). *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 21(3).

Lima MM, Aragao ME, Amaral R. 1988. Criadourus de *Aedes aegypti* encontrados em alguns bairros da ciadedo Riode Janeiro, RJ, Brasil, en 1984-85. *Cadernos of inspection, two in the dry season and two in the de Saúde Pública* 4: 293.

Lisa FP, Ojciusb D. 2009. Chikungunya fever – Re-emergence of an old disease. *Microbes and Infection* 11(14–15): 1163–1164.

Lounibos LP 1981. Habitat segregation among African treehole mosquitoes. *Ecol Entomol* 6: 129-154.

Lounibos LP. 2002. Invasions by insect vectors of human disease. *Annu Rev Entomol.* 47:233-66. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145206>.

Lozano-Fuentes S, Hayden MH, Welsh-Rodríguez C, Ochoa-Martínez C, Tapia-Santos B, Kobylinski CK, *et al.* 2012. The dengue virus mosquito vector *Aedes aegypti* at high elevation in México. *Am J Trop Med Hyg.* 87:902-9. <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.2012.12-0244>).

Mangudo C, Aparicio JP, Gleiser RM. 2011. Tree holes as larval habitats for *Aedes aegypti* in public areas in Aguaray, Salta province, Argentina. *J Vector Ecol.* 36(1):227-30.

Maestre R, Gómez D, Ponce G, Flores AE. 2014. Susceptibility to insecticides and resistance mechanisms in *Aedes aegypti* from the Colombian Caribbean Region. *Pestic Biochem Physiol.* 116:63-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.09.014>

Maestre-Serrano R. Susceptibility Status of *Aedes aegypti* to Insecticides in Colombia. *Insecticides- Pest Engineering.* Intech. 2012.

Maestre R, Rey G, De las Salas J, Vergara C, Santacoloma L, Goenaga S, Carrasquilla MC. 2009. Susceptibilidad de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) a temefos en Atlántico-Colombia. *Rev Colombiana Entomol.* 35(2):202-205.

Maestre R, Rey G, De las Salas J, Vergara C, Santacoloma L, Goenaga S, Carrasquilla MC. 2010. Estado de la susceptibilidad de *Aedes aegypti* a insecticidas en Atlántico (Colombia). *Rev Colombiana Entomol.* 36(2):242-248.

Mariné MA, García CM, Torres Y, Vázquez Palau M. 2007. Comparación de datos de la vigilancia ambiental y de grupos vecinales para prevenir el dengue. Rev Cubana Hig Epidemiol.45(1).Disponible : http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032007000100008.

Mena N, Troyo A, Bonilla-Carrión R, Calderón-Arguedas Ó. 2011. Factores asociados con la incidencia de dengue en Costa Rica. Rev Panam Salud Publica. 29(4):234–42.

Ministerio de Salud Pública. 1961. Informe de la campaña de erradicación del *Aedes aegypti* en Colombia. Bogotá: Ministerio de Salud Pública.

Ministerio de Salud Pública. 1972. Erradicación del *Aedes aegypti* en Colombia. En: III Reunión de Ministros de Salud de las Américas. Santiago (Chile), octubre de 1972; Bogotá: Ministerio de Salud. p. 100-5.

Morrison A, Gray K, Getis A, Astete H, Sihuincha M, Focks D, et al. 2004. Temporal and geographical patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) production in Iquitos, Peru. J Med Entomol. 41(6):1123–42.

Nelson M J. 1986. *Aedes aegypti*: Biología y Ecología. Organización Panamericana de la Salud. REF: PNSP/86-93. Washington, D.C: 50.

Nelson MJ, Suárez MF, Galvis E, et al. 1983. Comparación de la ecología del *Aedes aegypti* en dos localidades de Colombia. Documento OPS – DCDISEM.

Ocampo C, Salazar-Terreros M, Mina N, McAllister J, Brogdon W. 2011. Insecticide Resistance status of *Aedes aegypti* in 10 localities of Colombia. Acta Trop. 118(1):37-44.

Olano VA. 2016. *Aedes aegypti* en el área rural: Implicaciones en salud pública. Biomédica Vol 36, Num. 2.

Oldstone MBA. 2002. Virus, pestes e historia. Fondo de Cultura Económica. México: 67 – 101.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 1957. Seventh report Expert Committee on insecticides WHO Tech Report Ser. 125:37.

Organización Mundial de la Salud (OMS). Enfermedades transmitidas por vectores. Nota descriptiva No. 387. 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/es/>.

Padilla J, Rojas D, Sáenz R. 2012. Dengue en Colombia: determinantes, epidemiología, estrategias de intervención y perspectivas.

Petersen JL. 1977. Behavior differences in two subspecies of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in East Africa (Dissertation). Notre Dame, IN: University of Notre Dame.

Powell JR, Tabachnick WJ. 2013. History of domestication and spread of *Aedes aegypti* - A Review. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 108(Suppl. I): 11-17.

Quintero J, Brochero H, Manrique-Saide P, Barrera-Pérez M, Basso C, Romero S, et al. 2014. Ecological, biological and social dimensions of dengue vector breeding in five urban settings of Latin America: A multi-country study. BMC Infect Dis. 14:38. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2334-14-38>.

Quiroz-Martínez H, Garza-Rodríguez MI, Trujillo-González MI, Zepeda-Cavazos IG, Siller-Aguillon I, Martínez-Perales JF, et al. 2012. Selection of oviposition sites by female *Aedes aegypti* exposed to two larvicides. J Am Mosq Control Assoc. 28(1):47-9.

Rodríguez LA, Ramos Hidalgo CX. 2013. Situación de la disposición final de los residuos sólidos en Colombia. Bogotá: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. 2013.

Ruiz-López F, González-Mazo A, Vélez-Mira A, Gómez G, Zuleta L, Uribe S, Vélez-Bernal I. 2016. Presencia de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) y su infección natural con el virus del dengue en alturas no registradas para Colombia. *Biomédica* 36:303-8 doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v36i2.3301>.

San Martin J, Brathwaite O, Zambrano B, Solórzano J, Bouckennooghe A, Dayan G, et al. 2010. The epidemiology of Dengue in the Americas over the last three decades: A worrisome reality. *Am J Trop Med Hyg.* 2010;82(1):128–35.

Santacoloma-Varon L, Chavez-Cordoba B, Brochero HL. 2010. Susceptibilidad de *Aedes aegypti* a DDT, Deltametrina y Lambdacialotrina en Colombia. *Rev Panam Salud Pública.* 27(1):66-73.

Santacoloma L, Chávez B, Brochero HL. 2012. Estado de la susceptibilidad de poblaciones naturales del vector del dengue a insecticidas en trece localidades de Colombia. *Biomédica.* 32:333-343.

Staples J, Breiman R, Powers A. 2009. Chikungunya Fever: An Epidemiological Review of a Re-Emerging Infectious Disease. *Clin. Infec. Dis.* 49(6): 942-948.

Suárez MF, González R, Morales C. 1996. Temefos resistance to *Aedes aegypti* in Cali, Colombia, *J Am Trop Med Hyg.* 55(2):257.

Suárez FM, Nelson JM. 1981. Registro de altitud del *Aedes aegypti* en Colombia. *Biomédica.* 1981;1:225. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v1i4.1809>.

Tabachnick WJ. 1991. Evolutionary genetics and arthropod-borne disease: the yellow fever mosquito. *American Entomologist* 37: 14-26.

Tabachnick WJ, Munstermann LE, Powell JR. 1979. Genetic distinctness of sympatric forms of *Aedes aegypti* in East Africa. *Evolution.* 33:287-95. <http://dx.doi.org/10.2307/2407619>.

Tinker M, Olano VA. 1993. Ecología del *Aedes aegypti* en un pueblo de Colombia, Sur América. *Biomédica*. 13:5-14. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v13i1.204>.

Troyo A, Calderon-Arguedas O, Fuller DO, Solano ME, Avendaño A, Arheart KL, et al. 2008. Seasonal profiles of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larval habitats in an urban area of Costa Rica with a history of mosquito control. *J Vector Ecol*. 33(1):76–88.

Vezzani D, Velásquez S, Schweigmann N. Seasonal Pattern of Abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires City, Argentina. 2004. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 99(4):351–6.

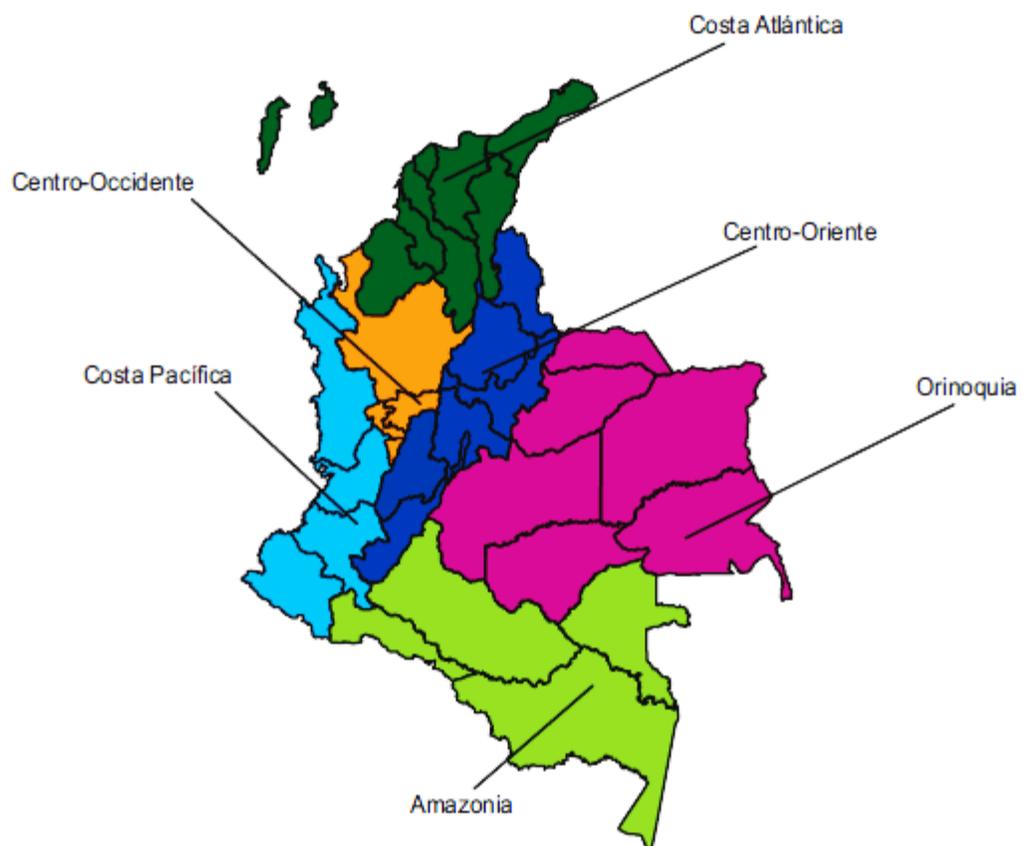
Vezzani D, Albicocco AP. 2009. The effect of shade on the container index and pupal productivity of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* breeding in artificial containers. *Med Vet Entomol*. 23(1):78-84.

Vezzani D, Schweigmann N. 2002. Suitability of containers from different sources as breeding sites of *Aedes aegypti* (L.) in a cemetery of Buenos Aires City, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 97(6):789-92.

Walker KR, Joy TK, Ellers-Kirk C, Ramberg FB. 2011. Human and environmental factors affecting *Aedes aegypti* distribution in an arid urban environment.

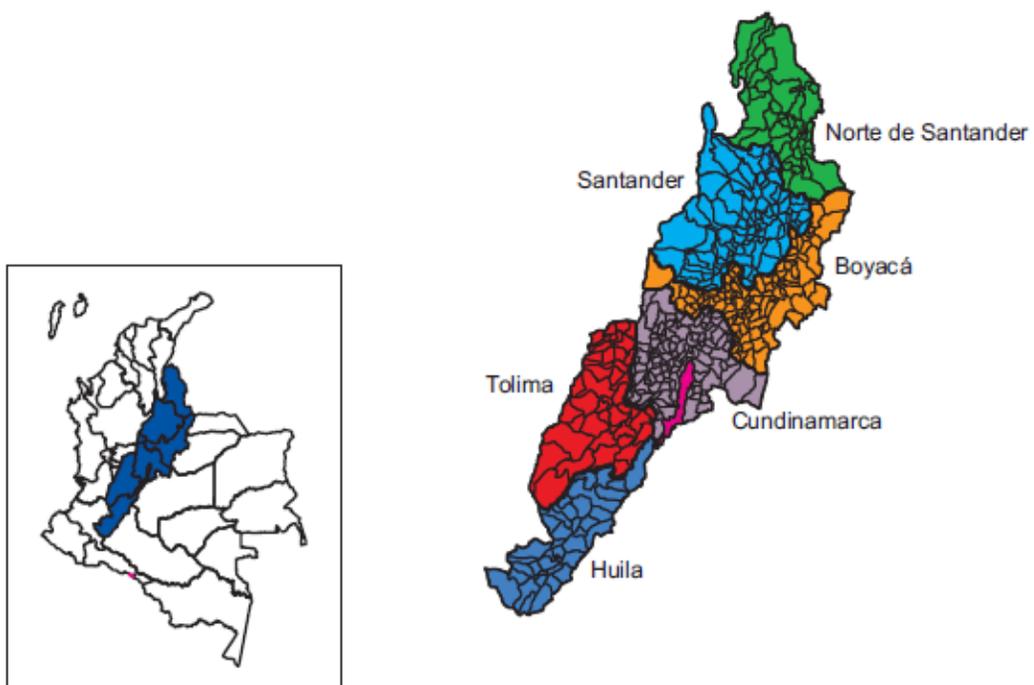
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/FM_deficitvivienda.pdf

http://www.cccucuta.org.co/media/Adjuntos_de_Noticias/cucutacomovamos_informe_de_condicion_de_vida_2015.pdf



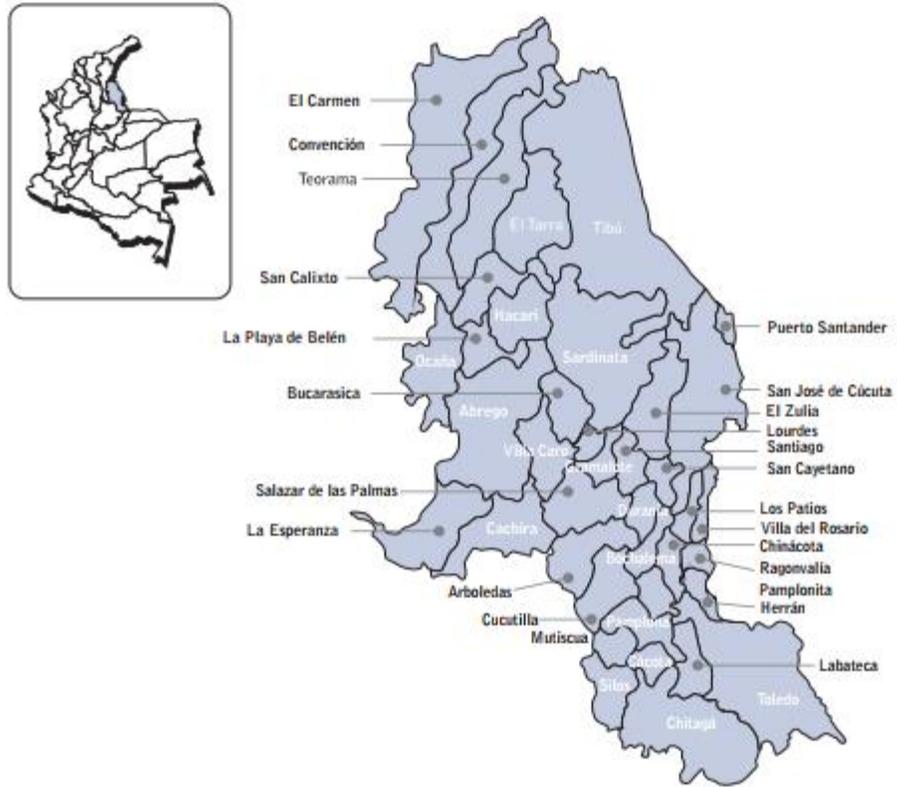
Fuente: Dengue en Colombia: determinantes, epidemiología, estrategias de intervención y perspectivas. Padilla *et al.*, 2012.

Figura 1. Regiones naturales de Colombia.



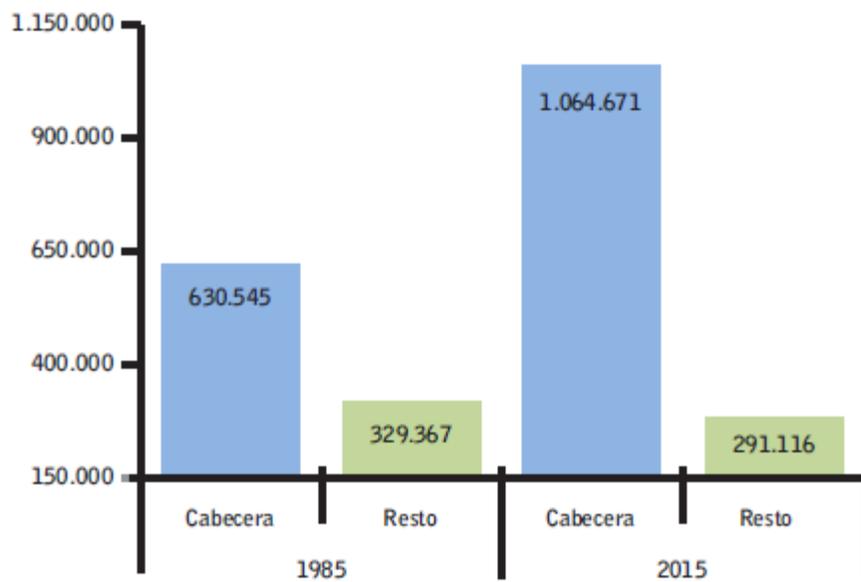
Fuente: Padilla *et al.*, 2012.

Figura 2. Region Centro- Oriente de Colombia.



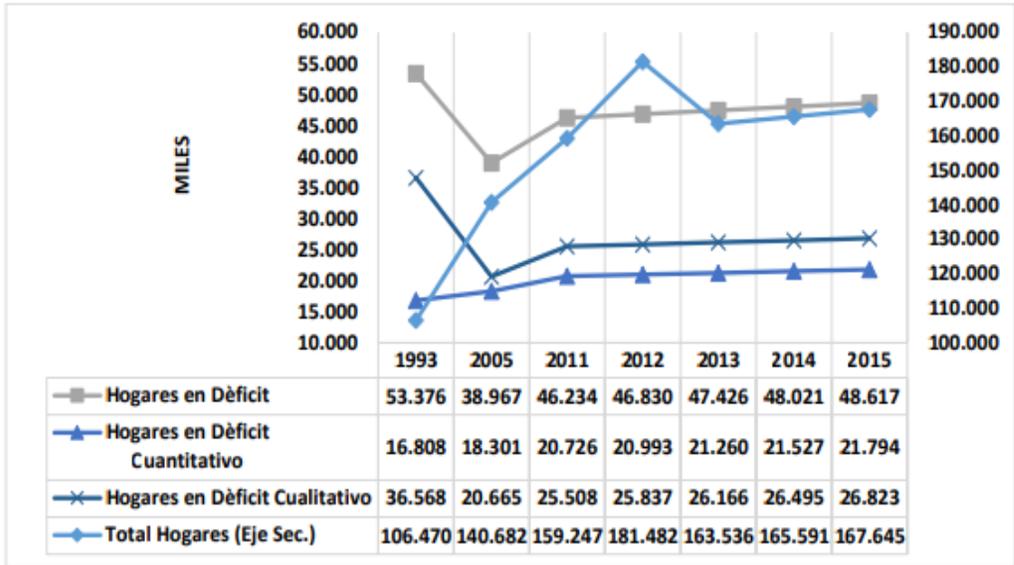
Fuente: PNUD con base en DANE

Figura 3. Departamento de Norte de Santander, Colombia.



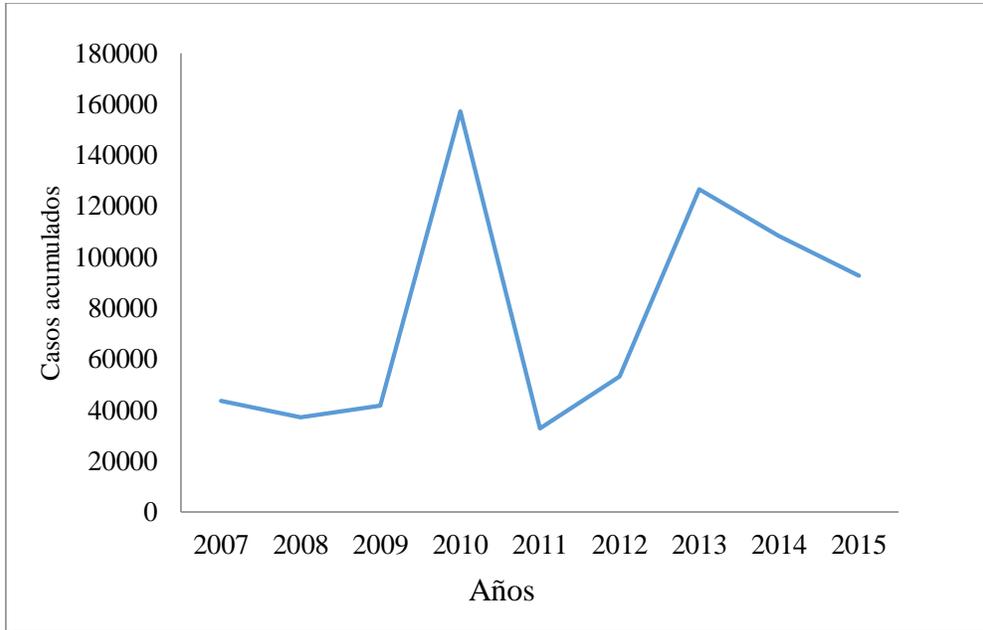
Fuente: PNUD con base a DANE, en Diagnóstico Socioeconómico del Departamento de Norte de Santander

Figura 4. Distribución y comportamiento poblacional del Norte de Santander. 2014.



Fuente: Secretaria General Municipal-Oficina Jurídica. 2015.

Figura 5. Hogares totales en Cúcuta, capital del Departamento Norte de Santander. Déficit cualitativo y cuantitativo.



Base de datos de SIVIGILA y del Instituto Nacional de Salud, Colombia.

Figura 6. Reporte de casos de dengue en Colombia entre 2007-2015.

Tabla I. Departamentos colombinos con mayor número de casos de dengue, semanas 1 a 52 de 2011.

Entidad territorial	Dengue	Dengue Grave	Total	%
NORTE SANTANDER	3042	118	3160	10%
META	2780	81	2861	9%
VALLE	2726	126	2852	9%
SANTANDER	2360	121	2481	8%
TOLIMA	2225	37	2262	7%
ANTIOQUIA	2078	73	2151	7%
HUILA	1778	247	2025	6%
CESAR	1241	120	1361	4%
SUCRE	1337	20	1357	4%
QUINDIO	1230	10	1240	4%

Fuente: Sivigila, grupo ETV

Tabla II. Distribución de casos autóctonos de chikunguña en la región Oriental por entidad territorial de procedencia, Colombia, semana epidemiológica 52 de 2014.

Región	Departamento	Casos confirmados por clínica	Casos confirmados por laboratorio	Casos sospechosos	Total General
Región Oriental	Boyacá	9	6	15	30
	Norte Santander	21.209	78	298	21.585
	Santander	238	6	84	328
	Total	21.456	90	397	21.943

Fuente: Sivigila, Laboratorio de Virología, Instituto Nacional de Salud. Colombia, 2014.

Tabla III. Distribución de casos autóctonos de chikunguña en la región Oriental por entidad territorial de procedencia, Colombia, semana epidemiológica 51 de 2015.

Región	Departamento	Casos confirmados por clínica	Casos confirmados por laboratorio	Casos sospechosos	Total General
Región Oriental	Boyacá	748	67	7	822
	Norte Santander	6.133	86	6	6.225
	Santander	11.664	89	84	11.837
	Total	18.545	242	97	18.884

Fuente: Sivigila, Laboratorio de Virología, Instituto Nacional de Salud. Colombia, 2015.

Tabla IV. Distribución de casos de Zika, sospechosos en la región Oriental, Colombia, semana epidemiológica 51 de 2015.

Región	Departamento	Casos confirmados por laboratorio	Casos sospechosos	Total General
Región Oriental	Boyacá	23	7	30
	Norte Santander	196	1.100	1.306
	Santander	13	14	27
	Total	232	1.131	1.363

Fuente: Sívigila, Laboratorio de Arbovirosis, Red Nacional de Laboratorios, Instituto Nacional de Salud. Colombia, 2015.

Tabla V. Presencia de *Aedes aegypti* por departamento en Colombia, 2014.

DEPARTAMENTO	Número de localidades con <i>Aedes aegypti</i> (Vereda, Centro poblado, Inspección, Corregimiento)	Número de municipios con <i>Aedes aegypti</i>	Número de municipios por departamento	Porcentaje
Amazonas	1	2	2	100,0
Antioquia	48	70	125	56,0
Arauca	17	7	7	100,0
Atlántico	0	23	23	100,0
Bolívar	0	45	45	100,0
Boyacá	25	44	123	35,8
Caldas	19	15	27	55,6
Caquetá	23	16	16	100,0
Casanare	0	19	19	100,0
Cauca	9	33	41	80,5
Cesar	51	25	25	100,0
Chocó	0	11	31	35,5
Córdoba	26	30	30	100,0
Cundinamarca	41	55	116	47,4
Guainía	5	1	1	100,0
Guajira	65	15	15	100,0
Guaviare	20	4	4	100,0
Huila	17	37	37	100,0
Magdalena	12	30	30	100,0
Meta	37	27	29	93,1
Nariño	18	14	64	21,9
Norte de Santander	96	33	40	82,5
Putumayo	13	9	13	69,2
Quindío	6	9	12	75,0
Risaralda	26	12	14	85,7
San Andrés y providencia	26	2	2	100,0
Santander	13	50	87	57,5
Sucre	81	26	26	100,0
Tolima	33	38	47	80,9
Valle	0	42	42	100,0
Vichada	18	4	4	100,0
TOTAL		746	748	100,0

Fuente: Instituto Nacional de Salud, 2014.