

PROYECTO
CAMBIO
CLIMÁTICO,
GESTIÓN DE AGUAS
Y ENFERMEDADES
DE ORIGEN
HÍDRICO.

MUNICIPIO
SAN DIEGO
ESTADO CARABOBO

KARENIA CORDOVA

EDITORA.

INFORME FINAL
FEBRERO 2021





PROYECTO
CAMBIO CLIMATICO, GESTION DE AGUAS Y ENFERMEDADES DE ORIGEN
HIDRICO: EL PAPEL DE LAS AUTORIDADES LOCALES Y DE LAS
ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO
ACCION: CSO-LA/2019/412-725

INFORME FINAL
Febrero, 2021



NOTA: Esta publicación forma parte del proyecto de investigación en Cambio Climático, gestión de aguas, enfermedades de origen hídrico: el papel de las autoridades locales y de las organizaciones de la sociedad civil. ACCION: CSO-LA/2019/412-725. Con el apoyo de la Unión Europea, bajo la promoción y coordinación del Instituto Venezolano de Estudios Sociales y Políticos INVESP y la Fundación Tierra Viva. Caracas, febrero, 2021.

Ejecutante: Grupo CAMBIO CLIMATICO Y SALUD.

Integrantes:

¹Dra. Karenia Córdova Sáez, Editora-Líder del Proyecto.

²Dra. Laura Delgado-Petrocelli, Ecoepidemiología.

²Dr. Santiago Ramos Oropeza, Ecología de Sistemas.

¹Lic. Exyeleth J. Echarry J., Cartografía y SIG.

²Lic. Ingrid Márquez Molina, Ecología de Poblaciones.

¹Lic. Víctor Hugo Aguilar, Geoestadística y Biomatemática

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Humanidades y Educación, Instituto de Geografía y Desarrollo Regional.

² Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología y Ecología Tropical.

Contenido

1. Introducción.....	5
2. Municipio San Diego, estado Carabobo.	6
2.1. Comportamiento de las variables socio-económicas.....	7
2.2. Resultados de las estimaciones del patrón base del clima.	20
2.3. Variabilidad climática estacional y eventos ENSO.	22
2.4. Aspectos de salud y enfermedades asociadas al recurso agua, la variabilidad estacional y los eventos ENSO.....	25
2.5 Resumen de resultados del Estudio.....	33
2.6 Bibliografía Citada.....	36

1.Introducción.

El presente estudio se orienta en el discernimiento y discusión de los efectos del clima, la variabilidad estacional y los eventos ENSO (*El Niño Southern Oscillation*), en relación a la salud humana. Se centra particularmente, en establecer y analizar los impactos asociados al recurso agua, tanto en el contexto de la salud pública, en función de la accesibilidad al agua como derecho humano fundamental, así como también en las interrelaciones del hombre con su entorno, donde el agua y la dinámica hídrica pueden ser un factor de riesgo o bien una ventaja importante en la determinación de la salud y calidad de vida en una región, en este caso, en el municipio San Diego del Estado Carabobo.

El análisis presenta de manera general, una caracterización socio-demográfica (a partir de registros censales-REDATAM) y físico natural del municipio, enfocándose en las variables climáticas, derivadas a partir de la información de WorldClim, Versión 2.1. (<https://www.worldclim.org/data/index.html>), que presenta una cobertura mundial a nivel mensual, para luego analizar los registros epidemiológicos de las enfermedades infecciosas o metaxénicas de origen hídrico, derivados de los boletines epidemiológicos, a partir de lo cual, una vez reconstruidas las series de tiempo de estas variables en el periodo 2010-2015 (ver metodología), realizar los análisis de la dinámica de las enfermedades de origen hídrico, en relación con la variabilidad climática estacional (precipitación y temperatura) o con los eventos de la variabilidad climática, a través del indicador BEST-ENSO, como indicador de cambio climático. Esta metodología es común a los 7 municipios analizados.

Finalmente, se presenta un resumen de los principales hallazgos de la relación clima-agua-salud en el municipio, para contribuir a determinar la línea base, que orientara acciones comunitarias de saneamiento ambiental, gestión del recurso hídrico y la salud en el municipio San Diego.

2. Municipio San Diego, estado Carabobo.

De los catorce (14) municipios del estado Carabobo, el municipio San Diego, situado al noreste del estado, es uno de los más pequeños, cuenta con una superficie de 106 km². Según el censo del año 2011 (INE, 2011), con una población de 93.257 habitantes, lo que lleva a una densidad de 880 habs/km², relativamente alta en concordancia con la concentración de población en la zona central del país. Tal como se definió anteriormente, no posee una división en parroquias y su capital es, el hasta hace poco tiempo denominado, pueblo de San Diego de Alcalá. El municipio fue creado según Gaceta Oficial del Estado Carabobo, en la oportunidad de la promulgación de la Ley de reforma Parcial de la División Político Territorial del estado Carabobo, de fecha 16 de enero de 1994, N° 494 Extraordinario. La Figura 2.1 muestra el mapa topográfico del municipio y sus alrededores, definiendo sus límites; al sur Los Guayos, al norte Puerto Cabello y el sector de Ocumare de la Costa, al este Guacara y al oeste Naguanagua y el resto de la ciudad de Valencia.

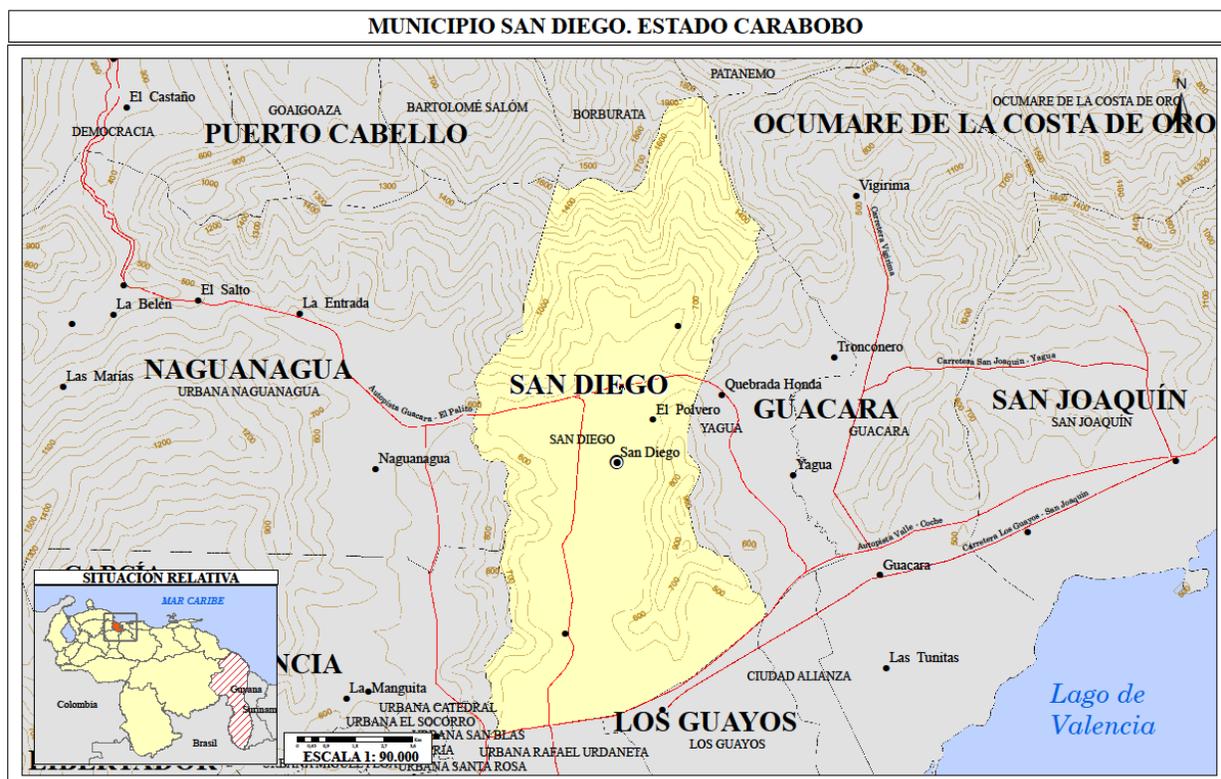


Figura 2.1. Mapa topográfico del municipio San Diego. Fuente: Elaboración propia.

Aquí encontramos un claro ejemplo de la Conurbación como proceso de expansión y crecimiento urbano. Valencia como metrópolis ha integrado a su zona metropolitana, a cinco municipios autónomos distintos: Municipios Valencia, Naguanagua, San Diego, Libertador y Municipio Los Guayos, aun cuando cada uno de ellos conserva sus respectivos poderes públicos, con atribuciones administrativas propias.

La legislación regional vigente, establece que las autoridades propiciarán una iniciativa para crear un municipio metropolitano, como el que ya posee la ciudad de Caracas, si se llegase a elevar la Parroquia Miguel Peña a municipio. Valencia fue capital de Venezuela en tres ocasiones, desde 1812 hasta 1830; poseía una población para el año 2011 de 1.484.430 habitantes, mientras que toda el área metropolitana tenía una población de 1.996.173 habitantes (INE, 2011), convirtiéndose así, en la ciudad más poblada de la Región Central y la tercera más poblada de Venezuela, después de Caracas y Maracaibo. Es, además, la ciudad con mayor población de la llamada "región metropolitana Valencia-Maracay", que con alrededor de 3.800.000 habitantes (INE, 2011) es la segunda del país después de Caracas.

2.1. Comportamiento de las variables socio-económicas.

El proceso de un lento reacomodo de la estructura poblacional del municipio, se evidencia en la Figura 2.2, en donde se observan las diferencias en la estructura de edades de la población entre los años 2001 y 2011. Ya para el año 2001, se nota una regularización de la estructura etaria, aun cuando los estratos o segmentos de población más jóvenes, menores de 4 años al segmento de 10 a 14 años, aun no compensa la dinámica de una tasa de reclutamiento que reproduzca el segmento inmediato superior de 20 a 24 años. La Tabla 2.1 muestra como se está dando este lento proceso de crecimiento poblacional del municipio.

El municipio San Diego, solo aporta un escaso 5% a esa zona metropolitana, por lo que puede considerarse un territorio aún en proceso de desarrollo o colonización dentro de la gran urbe. La conurbación ocupa toda una zona desde el Lago de Valencia, el tramo de la Costa de la Cordillera Central en el Norte, hasta la Sabana de Carabobo al Sur, y desde La Cabrera al Este hasta el Embalse de Guataparo al Oeste. De Norte a Sur la recorre una arteria vial comprendida desde la Avenida Universidad en Naguanagua, la cual a su vez llega al sector la Entrada en la carretera vieja hacia Puerto Cabello, pasando por la Avenida Bolívar Norte, hasta el Centro de Valencia con la Avenida Constitución, y llega hasta el Sur con las Avenidas Bolívar-Sur y Las Ferias; finalizando en la Plaza de Toros Monumental de Valencia.

Otras arterias viales que comunican esta área metropolitana son la Autopista regional del centro, la cual cruza con la Autopista Valencia-Campo de Carabobo, y la Av. Intercomunal Julio Centeno, llegando desde San Diego hasta Flor Amarillo. También con la Autopista Variante Guacara-Bárbula.

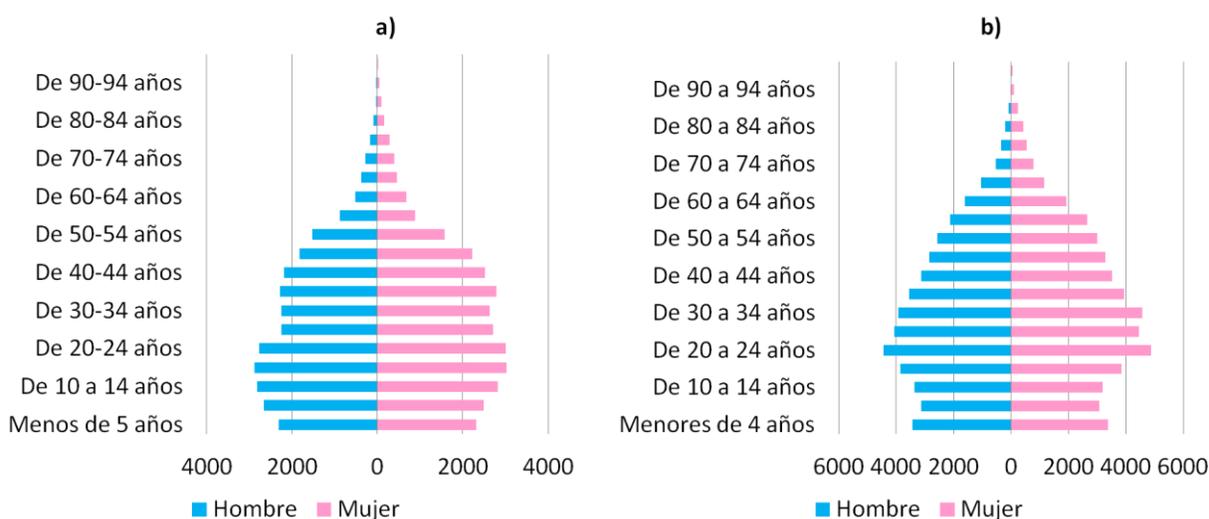


Figura 2.2. Pirámides poblacionales del municipio San Diego. a) Año 2001. b) Año 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

Tabla 2.1. Población del Área Metropolitana de Valencia / Gran Tacarigua. Fuente: INE www.ine.gob.ve.

Municipio	1847 ³	Censo 2001 ⁴	Censo 2011 ⁴	para el 2016 ⁵	Área (km ²)	Parroquias
Valencia	-	742.145	829.856	1.086.7374	623	Candelaria, Catedral, El Socorro, Miguel Peña, Rafael Urdaneta, San Blas, San José, Santa Rosa, Negro Primero
Libertador	-	146.507	166.166	241.614	558	Tocuyito, Independencia
Guacara	-	142.227	176.218	194 009	165	Ciudad Alianza, Guacara, Yagua
Naguanagua	-	132.368	157.437	185.713	188	Naguanagua
Los Guayos	-	130.345	149.606	170.674	64	Los Guayos
Carlos Arvelo	-	124.344	150.277	162.920	835	Güigüe, Belén, Central Tacarigua
Diego Ibarra	-	94.852	104.536	149 194	79	Mariara, Aguas Calientes
San Diego	-	59.247	93.257	103.482	106	San Diego
San Joaquín	-	47.920	64.124	68.391	127	San Joaquín
Total	50.693 ⁶	1.619.952	1.891.477	2.362.684	2.745	-

En el estado hay tres cuencas hidrográficas: La cuenca del Caribe, que forman los ríos Yaracuy con unos 133 km de recorrido y el río Urama con unos 62 km, y que desembocan directamente al Mar Caribe. La cuenca natural del estado, la del lago Valencia y por el sur, la del río Portuguesa, que tributa al río Apure y éste, a su vez, tributa sus aguas al río Orinoco. Esta gran zona metropolitana está inmersa en la gran

problemática de la cuenca del Lago de Valencia o lago de Tacarigua, y por ende todos los municipios que la conforman.

Actualmente, esta cuenca es una de las zonas más críticas del país en lo que respecta a la calidad de sus aguas y la de sus tributarios; se localiza en la parte centro-norte de la República Bolivariana de Venezuela, ocupando parte de los estados Aragua y Carabobo, con un área aproximada de 3.140 km², de los cuales 53% están formadas por tierras planas, 35% de áreas montañosas y el 12% de superficie de agua. La superficie del lago es de 363 km² y un volumen de 7.300 millones de m³. Los principales ríos son; el río Güigüe que desemboca en el Sur del Lago de Valencia, el río Guacara, que desemboca en la orilla Norte del Lago, río Los Guayos que desemboca en la orilla norte del Lago, pero está en peligro de desaparecer, aunque las aguas del río Cabriales han sido desviadas hacia el Paíto, también son importantes en la dinámica hídrica e hidrológica, los ríos, Aguas Calientes, Alpargaton, Bejuma, Cabriales, Chirgua, Guacara, Morón, Paito, San Esteban, y Urama.

De acuerdo con los datos recogidos en el censo de 2016 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas-INE, la población del área metropolitana Gran Tacarigua agrupa el 73,8% del total de población del Estado Carabobo. La Figura 2.3.a muestra cómo se ha ido distribuyendo la población que ha venido ocupando progresivamente el territorio municipal, en sentido Sur-Norte, teniendo como eje central, el segmento de la autopista Guacara-el Palito, que lo atraviesa parcialmente.

Según Farías de Márquez (2017), en la última década se observa el creciente deterioro de la calidad de las aguas del Lago de Valencia, es de gran importancia la descarga de aguas residuales provenientes de usos domésticos, industriales y de drenaje de áreas con actividad agrícola y uso de agroquímicos, los cuales son descargados al lago con altos aportes de nutrientes.

como recurso económico, ya que es imposible vivir de la pesca en este lago, quedando además inutilizado desde el punto de vista deportivo, y recreativo.

El río Cabriales es el más importante curso de agua de Valencia, nace a 1650 m de altitud en el cerro Hilaria (Naguanagua), desembocando, originalmente, en la Ciénaga Guanabanal (desparramadero «El Paito») afluente este último del río Paito; actualmente desemboca directamente en el río Paito, afluente del río Pao. Sin embargo, entre 1979–2006, el Ministerio del Ambiente desvió el curso del río hacia el Lago de Valencia para mitigar el descenso del nivel de las aguas. El río recorre la ciudad de Norte a Sur por su parte oriental. Atraviesa las parroquias Naguanagua, San José, Catedral, San Blas, Santa Rosa y Rafael Urdaneta.

Adicional al enriquecimiento de las aguas del lago con nutrientes, ocurre anualmente, entre los meses diciembre-enero, una mortandad de peces producida por la interrupción del proceso de estratificación de oxígeno por el movimiento de la masa de agua y cuando ocurre este período de recirculación, los nutrientes que se han acumulado en el fondo se resuspenden hacia las capas superiores, lo que conduce a grandes floraciones de algas; al producirse la muerte de éstas, el exceso no se puede mineralizar y se incorporan al sedimento para volver a comenzar la estratificación de oxígeno disuelto en el ciclo anual. Por ello, en esta época ocurre una gran mortandad de peces; una hipótesis que pretende explicar este fenómeno, es que las capas profundas estancadas circulan hacia la superficie causando una disminución de la concentración de oxígeno disuelto en toda la columna del agua, llegando a niveles inferiores a los necesarios para que sobrevivan los organismos que allí se desarrollan.

La situación del lago continua en un acelerado proceso de deterioro y se está agravando, porque la mayor parte de los efluentes cloacales de las poblaciones ubicadas dentro de la cuenca que descargan directamente al lago, generan un

problema adicional; la elevación progresiva del nivel de sus aguas, lo que causa la inundación de zonas pobladas y sembradíos en sus riberas.

Por otro lado, el Gobierno Nacional, acometió en el 2007 un improvisado trasvase de agua no tratada del Lago de Valencia hacia el embalse Pao Cachinche, a través de un sistema de bombeo ubicado a orillas del mismo lago en jurisdicción del Municipio Los Guayos, con capacidad de 5.000 L/s., este trasvase contenía aguas mezcladas con los efluentes residuales de dos plantas de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Valencia y poblaciones cercanas, que son conducidas hacia las cabeceras de la cuenca del Río Pao, que es a su vez la principal fuente de alimentación del Acueducto Regional del Centro, el cual provee agua a más de cuatro millones de personas. Sin embargo, el líquido suministrado por éste, no reúne los parámetros de potabilidad para el consumo humano, lo que representa gravísimos riesgos para la salud y el bienestar de los usuarios del recurso. Además de que, dicho servicio público de carácter esencial, no cumple con los elementales principios de continuidad, regularidad, oportunidad, suficiencia, calidad, y, en fin, eficiencia, en el abastecimiento de tan vital e insustituible bien de indubitable trascendencia colectiva, al cual tienen derecho todos los ciudadanos.

Otro desafío para el crecimiento del municipio es la promoción de una industria más limpia en beneficio de todos, existen numerosas industrias, tales como la textil, metalúrgicas, químicas, procesadoras de alimentos, ensambladoras, que han sido una fuente permanente de contaminación del lago, debido a que vierten sus desperdicios en esa cuenca, el ambiente tiene una capacidad natural de absorción y de autodepuración; sin embargo, si se sobrepasa esta capacidad, se pierde biodiversidad como uno de los impactos más fuertes, disminuyen los medios de subsistencia, se deterioran las fuentes naturales de alimentos y se generan costos de biorremediación extremadamente elevados y lentos, por lo que se hace indispensable el tratamiento de efluentes antes de su descarga a cuerpos de agua, tal como está establecido en la normativa ambiental vigente venezolana.

La Figura 2.3.b se evidencia cómo la poligonal del municipio San Diego forma parte de la cuenca del Lago de Valencia. No se puede dejar de llamar la atención sobre el hecho, de que esta condición crítica de la cuenca, trae consecuencias negativas sobre la salud de las comunidades aledañas a ésta, puesto que el incremento de aguas no tratadas, favorece la proliferación de enfermedades transmisibles, tal como son los casos de las diarreas y el dengue, entre otras.

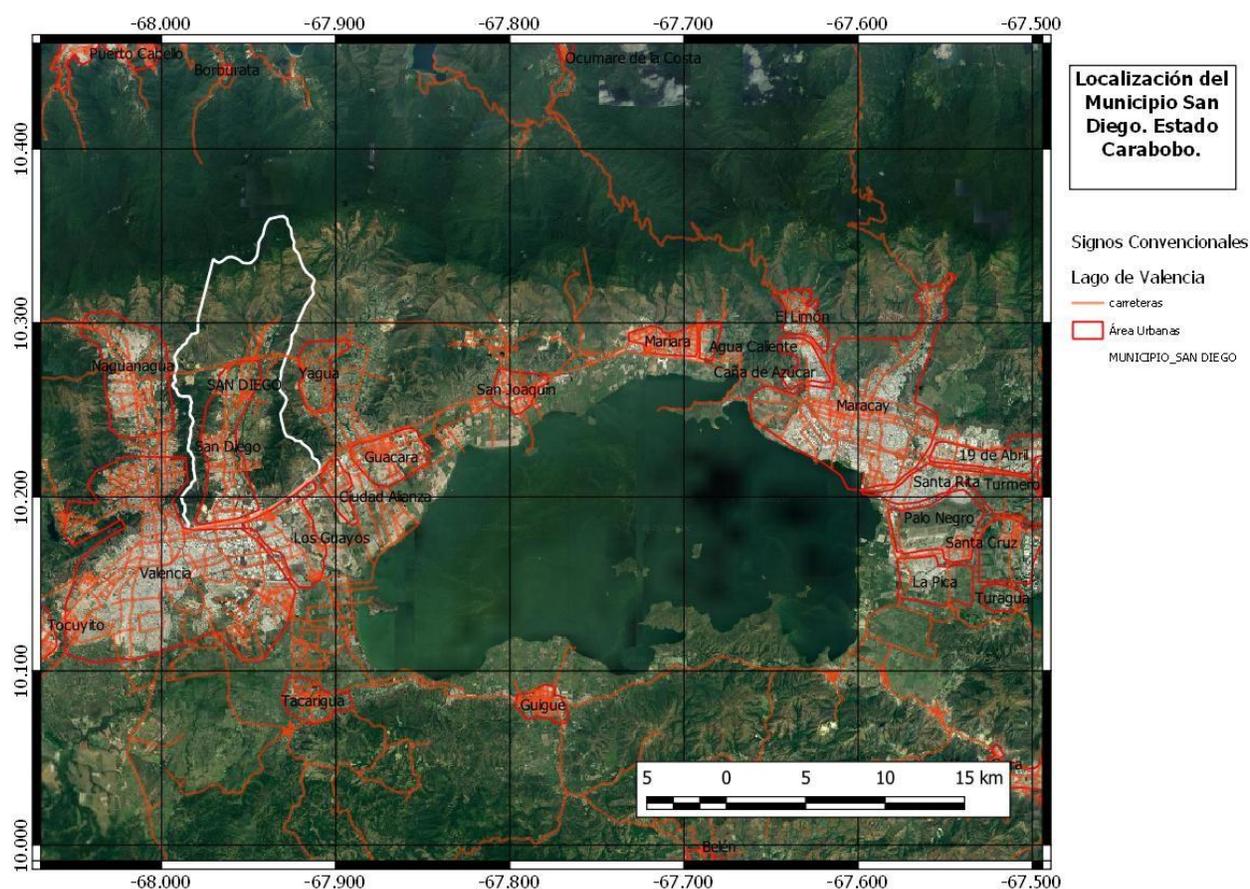


Figura 2.3.b. Cuenca del Lago de Valencia y la posición del municipio San Diego. Fuente: Elaboración propia.

Al ser Valencia y su zona metropolitana uno de los desarrollos urbanos de mayor expansión en toda Venezuela, esta condición se ve reflejada en la Figura 2.4 la cual muestra un amplio sistema de acueducto con un gran desarrollo entre los años 2001 y

2011, esta es la modalidad más importante para la adquisición del agua potable por parte de la población, mientras aún quedan zonas menores que se abastecen de aguas de pozos, modalidad que se ha reactivado en función de las crisis de suministro de líquido, por racionamiento.

Este parece ser un de los problemas más comunes que enfrentan las comunidades que habitan estas zonas de expansión urbana acelerada, donde el desarrollo de infraestructuras básicas, como son los acueductos, se van ampliando bajo la presión de los nuevos desarrollos urbanísticos y no como respuesta a un plan ordenado de crecimiento intrínseco de una ciudad sustentable planificada.

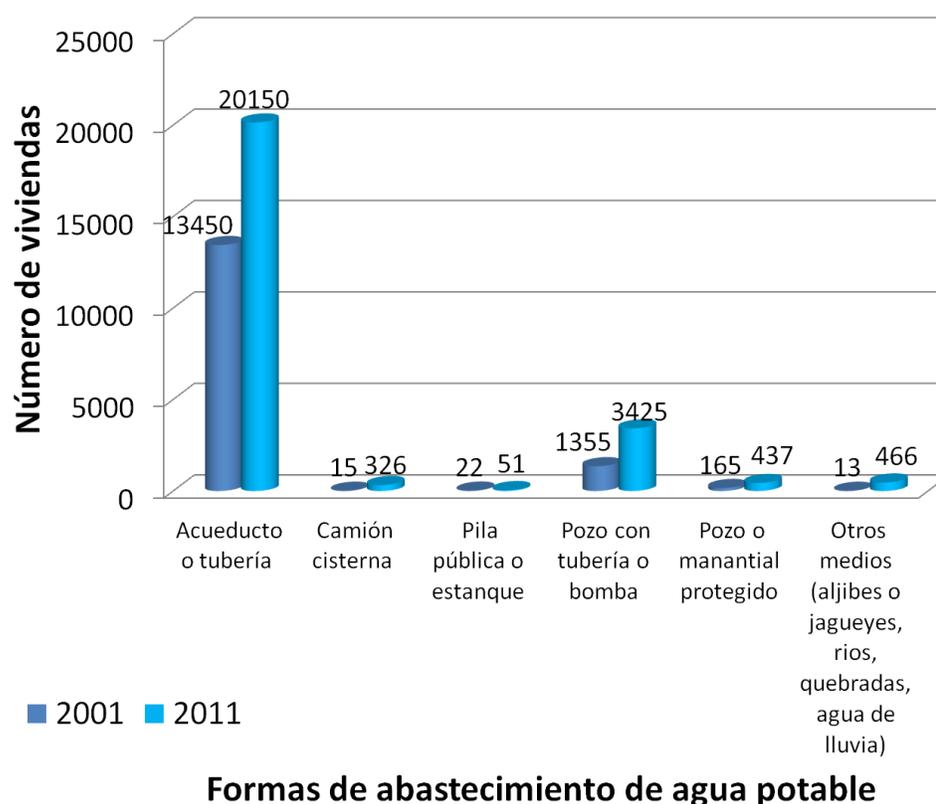


Figura 2.4. Resumen de las formas de abastecimiento de agua potable en el municipio San Diego en los años 2001 y 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

Sin embargo, en notas de prensa y redes sociales, se pudo constatar, que subsisten problemas con la calidad de agua que llega por los sistemas de aducción, en muchos

casos con mal olor y coloración oscura, y frecuentes cortes por los problemas de mantenimiento en el sistema y los apagones que afectan esta región del país. Cada vez que ocurren apagones prolongados, en algunas zonas del país ha superado los cinco días, las plantas potabilizadoras y de bombeo se paralizan y dejan sin servicio de agua potable a millones de carabobeños, lo que compromete seriamente la salud de los residentes en el municipio.

<https://cronica.uno/falla-en-tanquede-castillito-afecto-suministro-de-agua-potable-en-san-diego-estado-carabobo/>

Adicionalmente, se pudo constatar problemas de fugas y botes de agua blancas en el municipio en el sector de La Esmeralda, que los vecinos denuncian lleva 3 meses sin ser atendido, dicen que corre más agua por la calle que por las tuberías de las casas en el sector (16-09-2020).

<https://www.el-carabobeno.com/desde-hace-mas-de-tres-meses-un-bote-de-aguas-blancas-afecta-a-vecinos-de-la-esmeralda/>

En entrevista con el alcalde de San Diego, éste afirmó que la responsabilidad del suministro del agua y el mantenimiento del sistema es de HIDROCENTRO, sin embargo, esta empresa afirma que no tienen dinero para reparar, entonces la municipalidad pone las maquinarias y ellos, la mano de obra. Lo importante es dar respuesta a los ciudadanos.

<https://cronica.uno/el-municipio-san-diego-ha-recibido-por-situado-menos-de-10-del-presupuesto-2019/>

En forma similar, la Figura 2.5.a deja ver como el municipio ha desarrollado un sistema de recolección de desechos sólidos, al igual que en el caso del agua potable, el proceso de urbanización ha generado un sistema de recolección de desechos, no solo es importante notar cómo en el período analizado, este sistema ha crecido casi en el doble en una década, sino que ello implica un historial de gestión del servicio y la aplicación de una visión gerencial. Hoy día, por el ritmo y tipo de vida en estas ciudades, se generan grandes volúmenes de desechos que deben ser recolectados y dispuestos en rellenos sanitarios a gran velocidad y con eficiencia, dos requerimientos que han

elevado los costos de este servicio, o ha causado la generación de un nuevo problema urbano que afecta, en particular, a la salud colectiva y da origen a la prevalencia de enfermedades de transmisión por animales plagas como ratas e insectos.

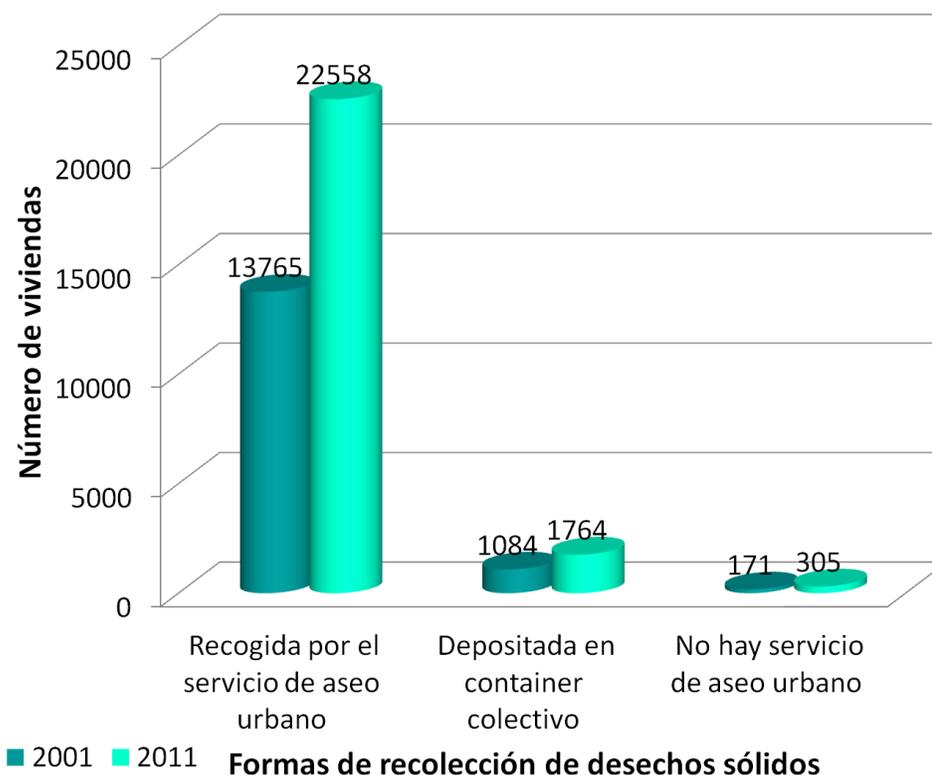


Figura 2.5.a. Resumen de los métodos de recolección de desechos sólidos en el municipio San Diego en los años 2001 y 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

En relación al manejo de desechos sólidos en el municipio, en nota de prensa del consejo municipal en 2014, los concejales informaban que “El problema de la basura no solo está afectando al municipio San Diego. La acumulación, muchas veces desproporcionada de desechos, la vemos en toda La Gran Valencia”. “Nosotros le pedimos ayuda y control a los vecinos, especialmente a los sandieganos, para que aportemos nuestro granito de arena y así evitar posibles brotes de enfermedades”. Los responsables del vertedero de la Guasima, informaron que, cuentan con poca maquinaria para tratar el elevado volumen de basura. Parte de la problemática entonces es, no solo la insuficiencia de camiones para prestar el servicio de

recolección, sino de maquinaria en la zona de disposición final para tratar los volúmenes de basura.

<https://lacalle.com.ve/2014/08/14/falta-de-maquinaria-dificulta-disposicion-final-de-basura-en-el-vertedero-de-la-guasima/> Estas notas de prensa recopiladas, son de los años 2014 y 2015.

Recientemente (30-12-2020) el gobernador Lacava público en su cuenta de twitter (@rafaellacava10) un video afirmando haber resuelto después de 64 años los problemas de desechos sólidos, donde informaba que se clausuró el vertedero de la Guasima y se completó la ampliación del relleno sanitario de El Tigre en Guacara, que beneficiará a 9 municipios. Se espera que estas mejoras, beneficien al municipio y que mejore el problema de acumulación de basuras y las deficiencias en la recolección del municipio.

Finalmente, la Figura 2.5.b muestra el equivalente de la situación ya descrita para el agua potable y la recolección de desechos sólidos, para la situación específica de la modalidad de disposición final de excretas. Como puede observarse, presenta los mayores valores para el uso de pocetas conectadas a la red de cloacas que confirma un sistema de eliminación de aguas servidas. Esta modalidad, como en el caso anterior, también ha crecido casi hasta duplicarse, como producto del proceso de urbanización y construcción de mejores viviendas, aun cuando cabe notar que, aunque pequeño, existió en el período, un crecimiento en la modalidad de pocetas unidas a pozos sépticos, de más del doble de las existentes en el año 2001, al comienzo del período examinado.

Esto podría resultar del aumento en uso de esta modalidad en los nuevos urbanismos de clase media, debido precisamente a la falta de inversiones en la ampliación de la infraestructura de cloacas preexistente, ya que, en las zonas más pobres, asociadas a los cinturones de miseria o zonas marginales, donde no hay procesos previos de urbanización para establecer una infraestructura de servicio, resulta muy costoso asumir la construcción de un pozo séptico, con conexiones domésticas. En estos espacios son más comunes las letrinas y las descargas directas, debido precisamente a los patrones desorganizados de ocupación sobre tierras marginales, que no han estado

en las prioridades de construcción de urbanismos, sin embargo, los datos no permiten confirmar este supuesto.

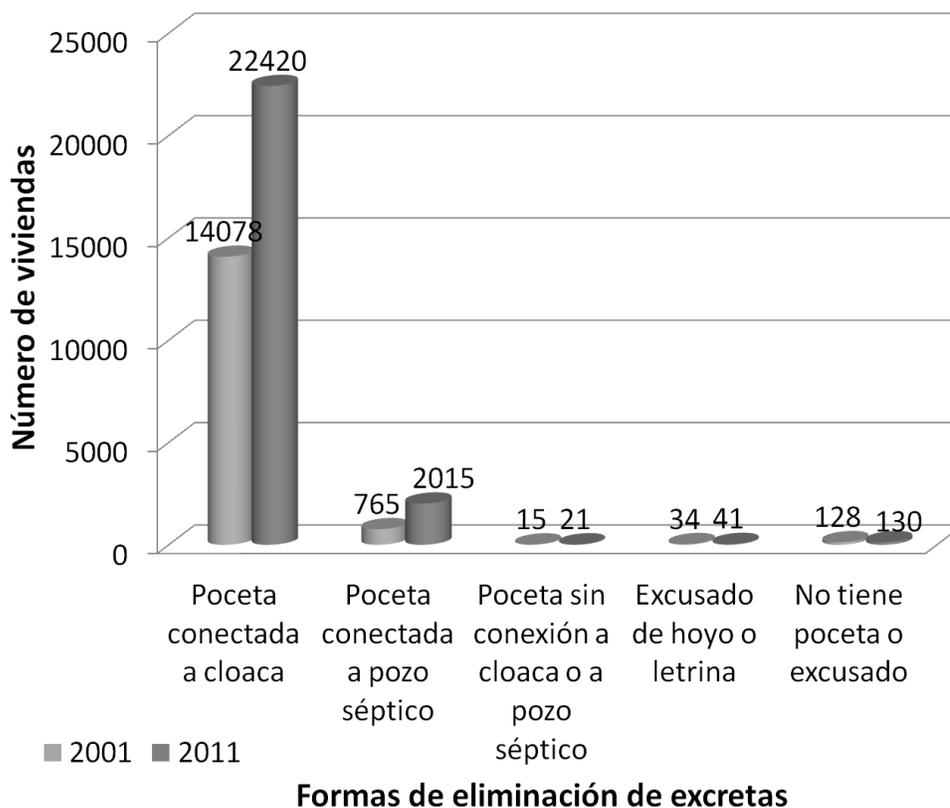


Figura 2.5.b. Resumen de los métodos eliminación de excretas en el municipio San Diego en los años 2001 y 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

En julio de 2019, el alcalde del municipio afirmó que, a pesar de haber recibido recursos mermados por el situado constitucional (menos del 10% de lo solicitado), se está haciendo un esfuerzo conjunto con Hidrocentro para resolver todos los problemas derivados de botes de aguas servidas y de aguas blancas en el municipio. Estas declaraciones implicarían que el municipio apenas tendría una capacidad mínima de mantenimiento del sistema, sin poder acometer grandes obras de reparación o ampliación.

<https://cronica.uno/el-municipio-san-diego-ha-recibido-por-situado-menos-de-10-del-presupuesto-2019/>

2.2. Resultados de las estimaciones del patrón base del clima.

Respecto al clima del municipio, se percibe un patrón unimodal de dos estaciones climáticas, el año comienza con una época seca corta de enero a marzo, donde se produce un déficit hídrico con muy pocos eventos lluviosos que la hacen severa, respecto a la disponibilidad hídrica por precipitación. Para marzo se supera este marcado déficit con eventos que modestamente acumulan alrededor de 50mm, seguidos del inicio de una prolongada época de lluvias, que, de forma intensa, acumulan hasta 10mm al mes y se mantiene hasta un máximo de 140mm que luego declinan hacia el mes de diciembre para nuevamente dar entrada a la próxima época seca (Figura 2.6). La temperatura media se mantiene con muy poca variación, alrededor de los 24°C durante todo el año.

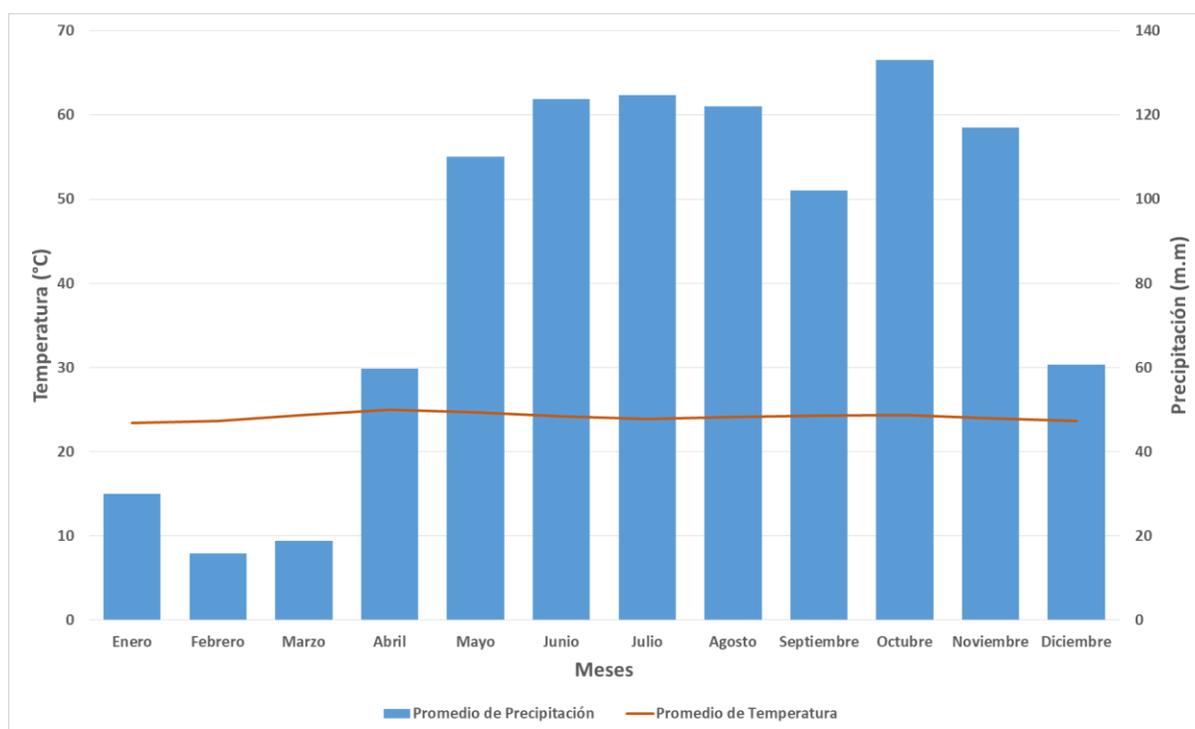


Figura 2.6. Climadiagrama del período 2010-2018 que define el patrón climático local del municipio San Diego. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020).

En forma complementaria para la caracterización del patrón climático preponderante en el municipio San Diego, la Figura 2.7. muestra la estratificación de temperaturas medias anuales para el estado Carabobo, el mapa permite observar que la región ocupada por el municipio San Diego corresponde a una zona de transición entre los 23°C y 26°C, lo que determina una zona de clima templado suave.

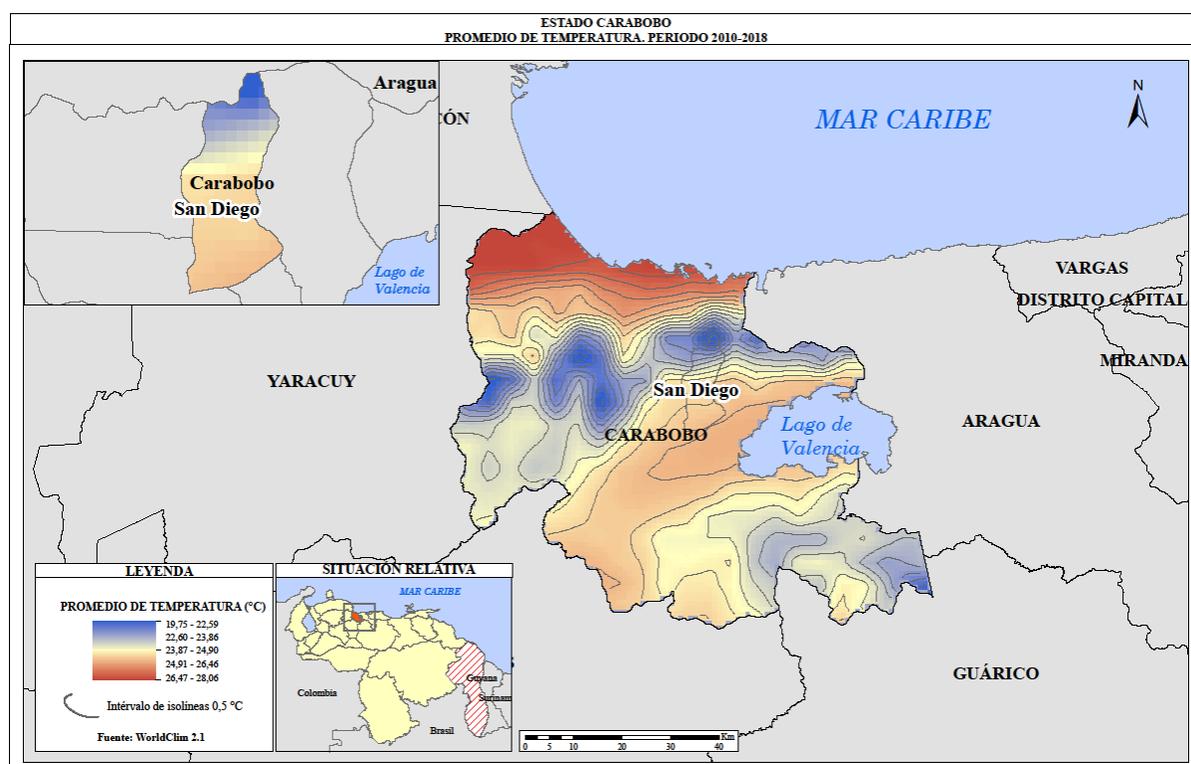


Figura 2.7. Mapa resumen de la estratificación espacial de la temperatura promedio en el período 2010 – 2018 en el estado Carabobo. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020).

Finalmente, la Figura 2.8 complementa la información para caracterizar el clima de este municipio. En forma equivalente, el mapa muestra cómo el municipio San Diego queda inmerso en una zona cuya precipitación media anual varía entre los 76mm y 96mm de precipitación, lo que corresponde a los valores intermedios más comunes en la serranía del interior de la Cordillera de la Costa. Al igual que el municipio, el estado, que presenta un gradiente norte-sur, con los valores más bajos (58-76mm) en la zona costera de la cuenca del Caribe y los valores más altos (96-106 mm) al sur del estado.

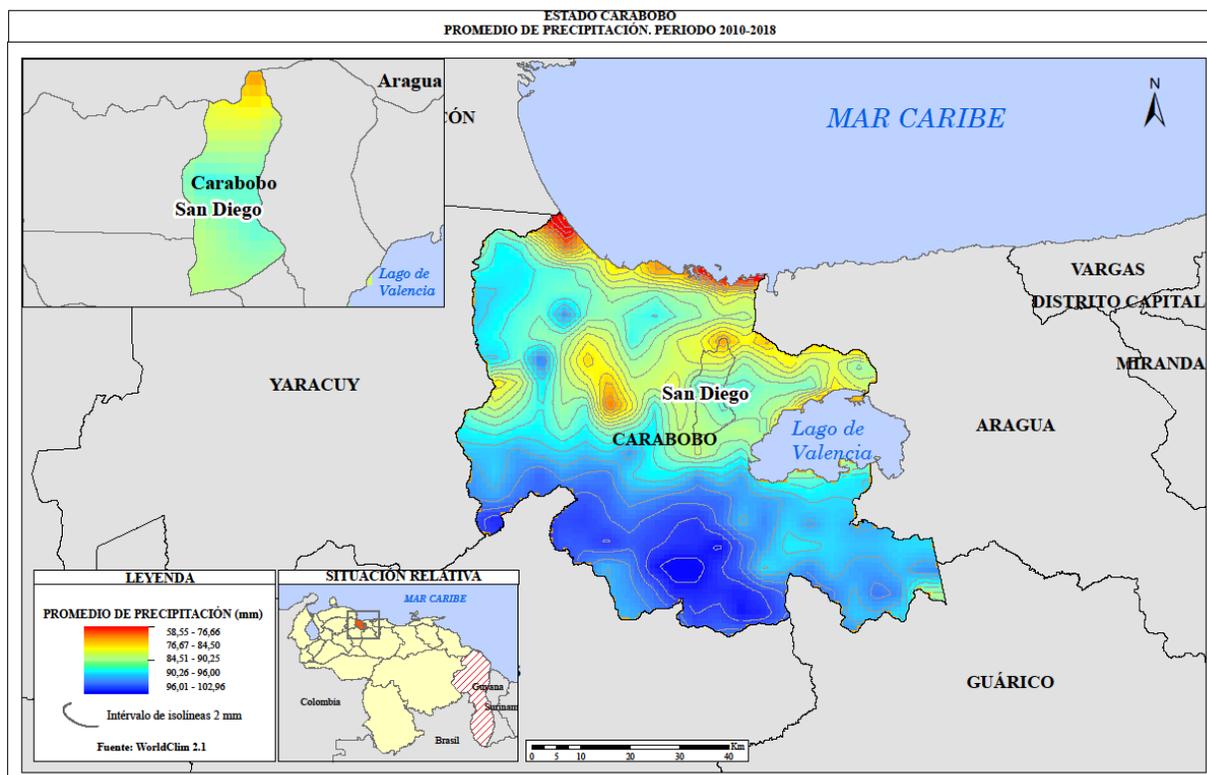


Figura 2.8. Mapa resumen de la estratificación espacial de la precipitación promedio en el período 2010–2018 en el estado Carabobo. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020).

2.3. Variabilidad climática estacional y eventos ENSO.

La relación entre las series temporales del indicador BEST-ENSO y la temperatura en el municipio San Diego, al igual que en los otros casos analizados, muestra una asociación directa (Figura 2.9). Valores altos del indicador BEST-ENSO, implican valores altos de la temperatura, como se observa en el primer trimestre de 2010, en que se alcanza uno de los máximos valores de temperatura de la serie. Posteriormente, durante el evento ENSO cálido fuerte, que inicia en enero-marzo de 2015 y se mantiene hasta mediados de 2016, las curvas del indicador y la temperatura se acoplan, registrándose aumentos de la temperatura, con un segundo máximo valor entre mayo y julio de 2016 y una disminución en la amplitud térmica, debido a un aumento en los rangos de la temperatura mínima en el primer trimestre de 2015, pero particularmente notorio en el primer trimestre de 2016.

Desde mediados de 2017 y durante el año 2018, se observa también una disminución de la amplitud térmica, pero esta vez por una disminución de los rangos en las temperaturas máximas registradas. De resto, predominan los ciclos de la variabilidad estacional de la temperatura, con mínimos de temperatura durante los meses de enero-marzo y máximos durante los meses de mayo-junio (Figura 2.9).

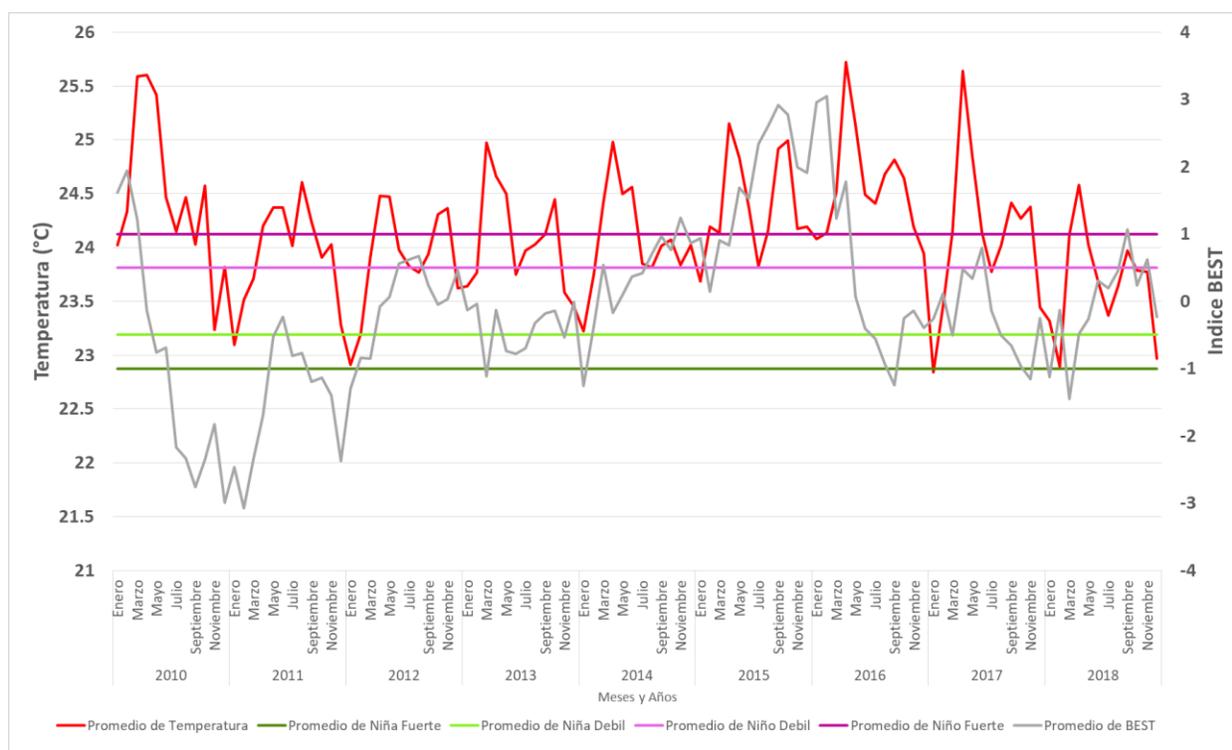


Figura 2.9. Relación de las series temporales de temperatura y el Índice Best estimados para el municipio San Diego en el período 2010 – 2018. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020) y NOAA (2020).

Estas variaciones en la amplitud térmica por aumentos en la temperatura mínima, como los verificados durante el evento ENSO cálido de 2015-2016, pueden tener un impacto sobre la dinámica de enfermedades metaxénicas como el dengue, acelerando el ciclo del vector, ya que, si la temperatura es alta, se acorta el desarrollo de los estadios larvales y se acelera la emergencia de los adultos. En el caso contrario, cuando la disminución de la amplitud térmica es consecuencia de una disminución en los rangos

de las temperaturas máximas, teóricamente, se retrasaría el desarrollo del vector o se inhibiría.

La serie histórica de precipitación y el indicador BEST, muestra en cambio una relación inversa, la cual se ha acotado anteriormente. Valores positivos altos del indicador, indican la presencia de un evento cálido fuerte, que se asocia a valores bajos de precipitación, como el caso del primer trimestre de 2010, en que se alcanza el mínimo histórico en la serie 2010-2015. Posteriormente los valores del indicador caen a valores negativos altos, entre mayo–diciembre de 2010, indicando la presencia de un evento ENSO frío de alta intensidad, que se acompaña también de anomalías en el régimen de precipitación, registrándose máximos por encima de los valores medios, entre mayo–diciembre de 2010 y en el segundo trimestre de 2011.

Luego durante el evento cálido de 2015-2016, los registros en la precipitación caen por debajo de los valores medios durante todo el año 2015 y el primer trimestre de 2016, evento que fue denominado por el INAMEH y la OMM (Hernández, R, 2017; OMM, 2011, 2016, 2017), como temporada seca extendida, comenzando a regularizarse las precipitaciones en mayo de 2016. Al final de la serie, se observan también dos máximos de precipitación importantes, entre octubre–noviembre de 2016 y octubre–noviembre de 2018, que no pueden asociarse de forma directa con la variabilidad climática ENSO (Figura 2.10).

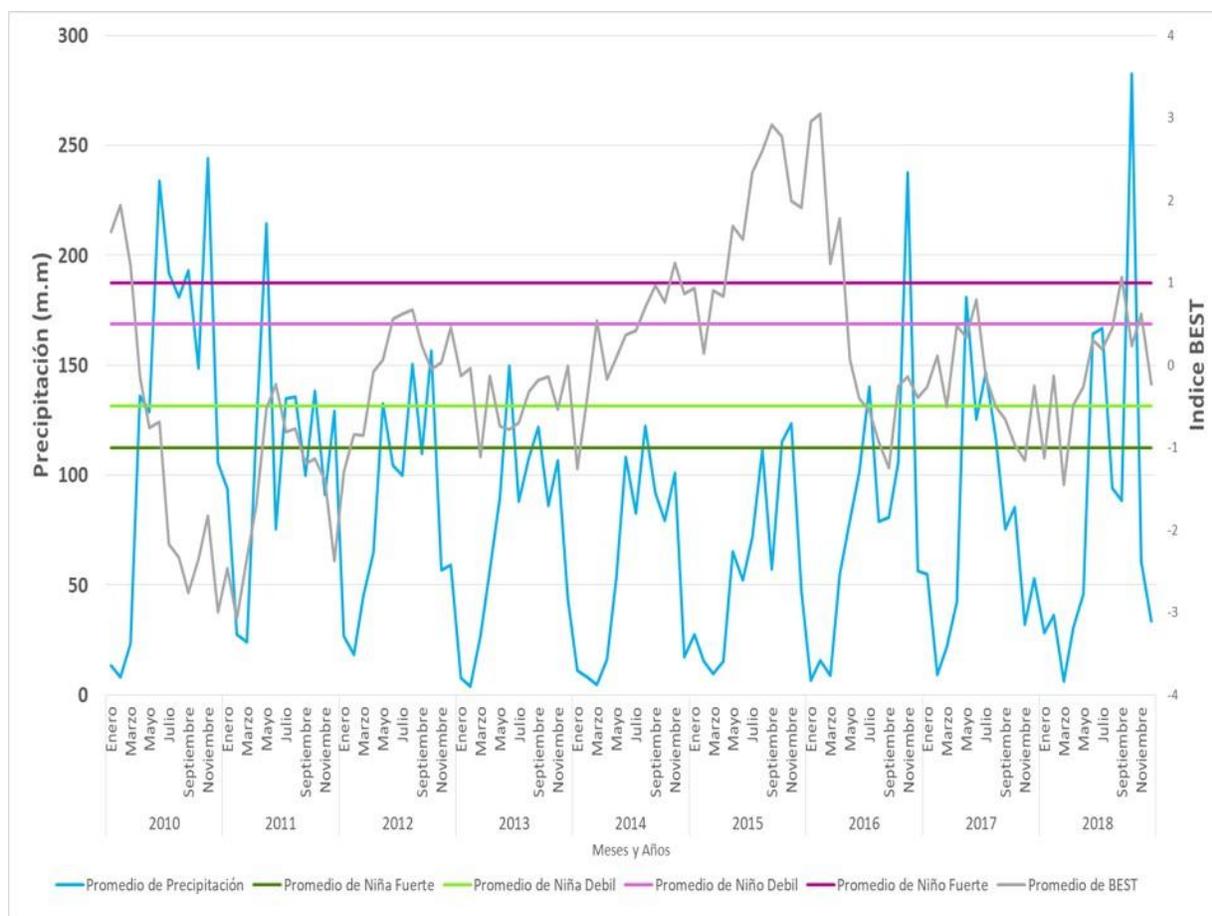


Figura 2.10. Relación de las series temporales de la precipitación y el Índice Best, estimados para el municipio San Diego en el período 2010 – 2018. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020) y NOAA (2020).

2.4. Aspectos de salud y enfermedades asociadas al recurso agua, la variabilidad estacional y los eventos ENSO.

Las enfermedades infecciosas de origen hídrico de mayor incidencia en el municipio San Diego, de acuerdo a los boletines epidemiológicos, son las diarreas, sobre todo en el grupo poblacional de 5 años y más (Figuras 2.11 y 2.12). Aunque se reportan casos de dengue, proporcionalmente éstos tienen menor incidencia que las diarreas (Figuras 2.11 y 2.12), lo cual suele asociarse, a condiciones de insalubridad y pobreza a los que debe prestarse atención.

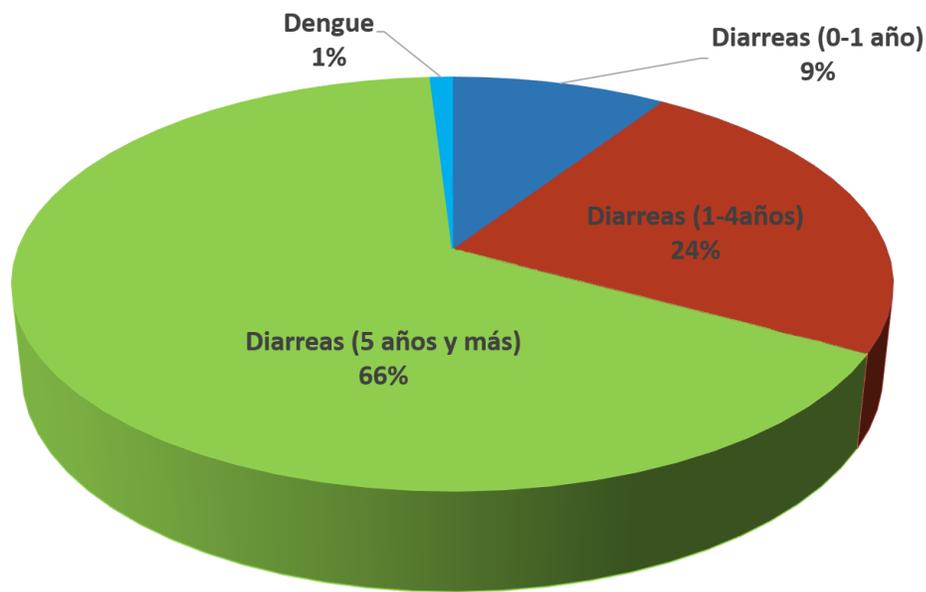


Figura 2.11. Proporción de casos de cada una de las enfermedades reportadas para el municipio San Diego, estado Carabobo en el año 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

Al revisar la serie histórica de casos de diarreas en el municipio San Diego, desde enero de 2011 al 2015, se observa el mismo patrón de ocurrencia de casos en cada uno de los grupos de la estructura etaria de la población, con mayor proporción de casos en el grupo de 5 años y más, observándose, además, un repunte de casos en el año 2013, en que el total de casos reportados entre enero–marzo alcanza los 800, con un segundo máximo de 1000 casos entre mayo y junio del 2013. Hacia el final de la serie se observa también, un repunte de casos entre mayo y junio de 2015, con alrededor de 700 casos (Figura 2.13.a).

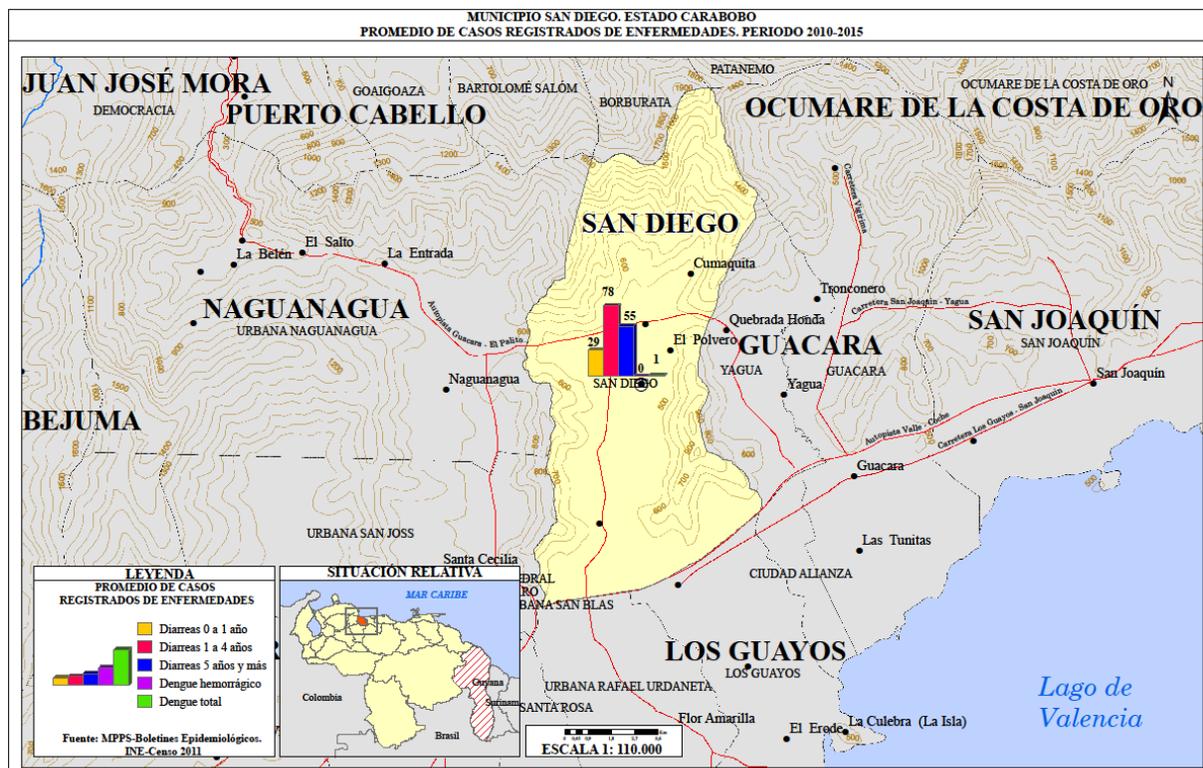


Figura 2.12. Distribución anual de la diarrea por segmentos etarios en el municipio San Diego y Dengue por tipos, en el período 2010 – 2015. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

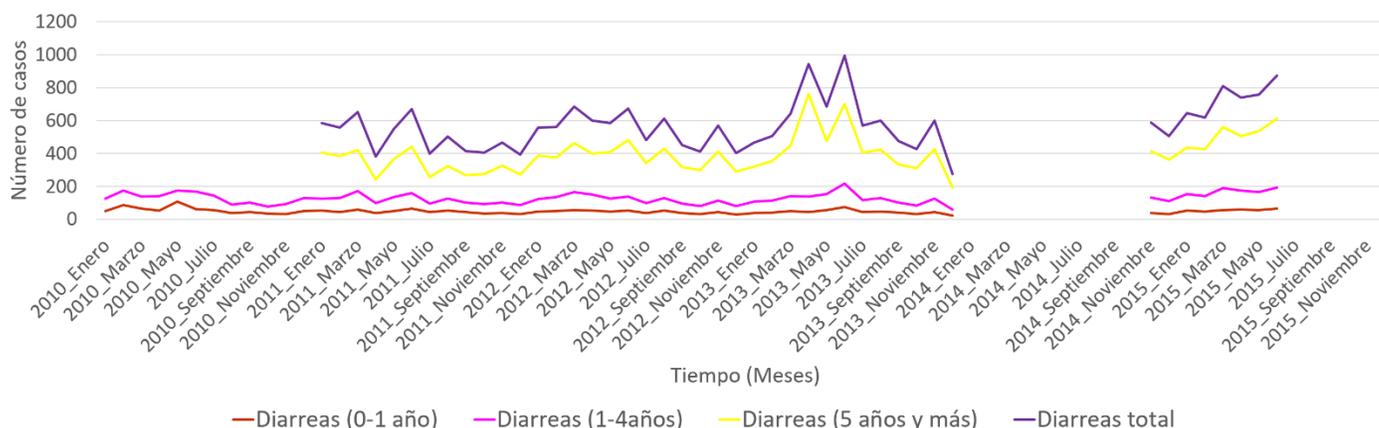


Figura 2.13.a. Distribución de los casos de diarrea en el municipio San Diego durante el período 2010 – 2015. Fuente: elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

En el caso del Dengue, una enfermedad metaxénica, el número de casos en el municipio San Diego es menor comparativamente, que los casos de enfermedades infecciosas de origen hídrico, como las diarreas. En la serie histórica de datos se pueden apreciar dos valores máximos, el primero entre julio–septiembre de 2010 con alrededor de 40 casos y el segundo entre septiembre–octubre de 2013, con alrededor de 65 casos reportados. Entre enero de 2011 hasta enero de 2013, la curva de casos desciende y se mantiene baja la incidencia, probablemente atribuible a estrategias de saneamiento ambiental o campañas de vigilancia y control del vector, tal y como sugieren Delgado-Petrocelli *et al.* (2011) y Delgado-Petrocelli *et al.* (2012) (Figura 2.13.b).

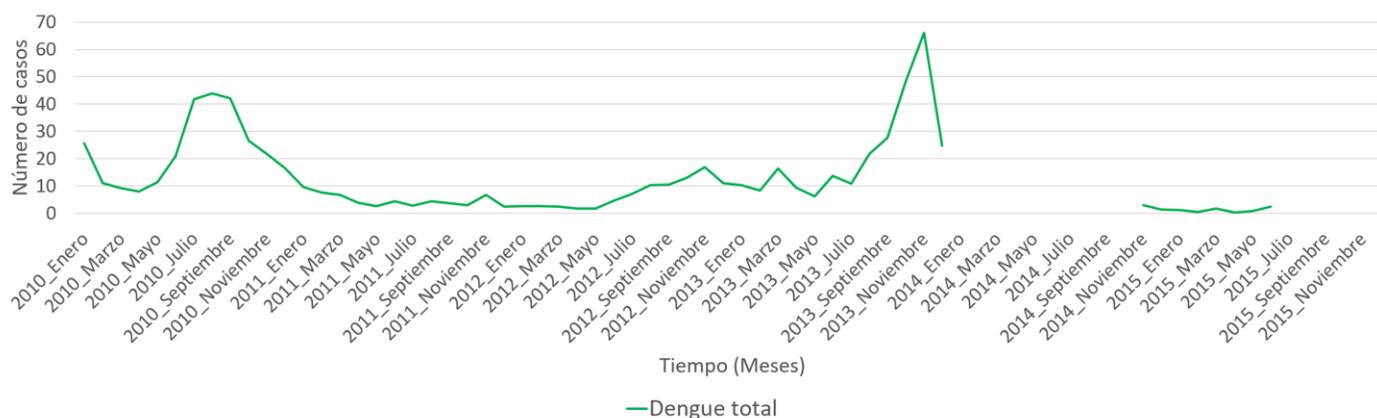


Figura 2.13.b. Distribución de los casos de dengue en el municipio San Diego durante el período 2010–2015. Fuente: elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

El análisis comparativo anual de los casos de diarrea en el municipio, confirma la ocurrencia de máximos de casos diarreicos, entre los meses de enero–marzo y mayo–junio, en los años 2010 y 2011, ambos máximos de casos están bien diferenciados, en tanto que, en el año 2012, se mantiene casi constante una alta incidencia de casos (600), los cuales disminuyen un poco a final del año, con alrededor de 400 casos. En 2013, se presentan también dos máximos con unos 800 casos, solo que entre marzo–abril y mayo–junio (Figura 2.14).

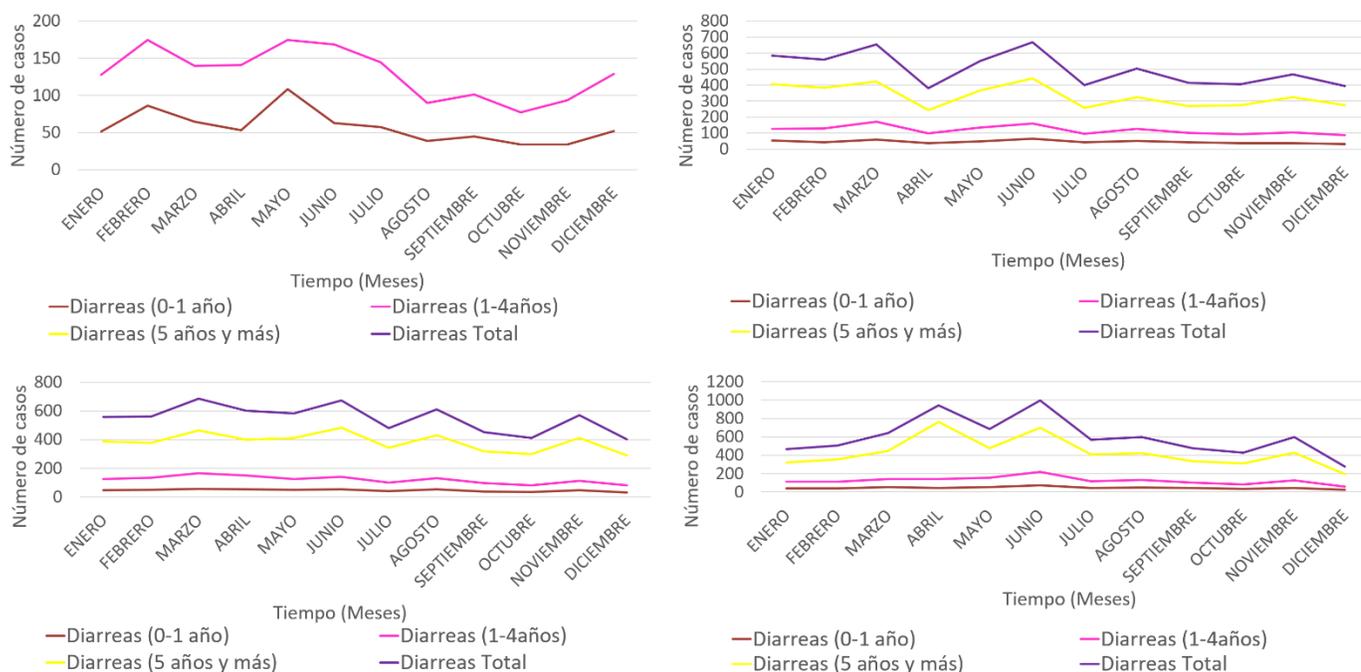


Figura 2.14. Distribución de los casos de diarrea en el municipio San Diego durante los años a) 2010. b) 2011. c) 2012. d) 2013. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

Las relaciones entre los casos de dengue y el indicador de variabilidad BEST-ENSO en el municipio, se pueden observar claramente al inicio de la serie histórica 2010-2015, particularmente en el primer trimestre del 2010, durante la ocurrencia de un evento ENSO cálido de alta intensidad, en que los casos de dengue disminuyen significativamente. Luego de ello los casos vuelven a aumentar progresivamente, hasta alcanzar un máximo entre mayo–septiembre del 2010 (45 casos), momento en que el indicador de variabilidad disminuye hacia valores negativos, durante la ocurrencia de un evento ENSO frío de alta intensidad. Entre enero de 2011 y hasta enero de 2013, la ocurrencia de casos baja y se mantiene así, independientemente de los cambios observados en la variabilidad climática ENSO, posiblemente producto del desarrollo de estrategias de control del vector, pero vuelven a repuntar entre los meses de octubre–noviembre de 2013, alcanzando el máximo de casos de la serie (65 casos) (Figura 2.15.a).

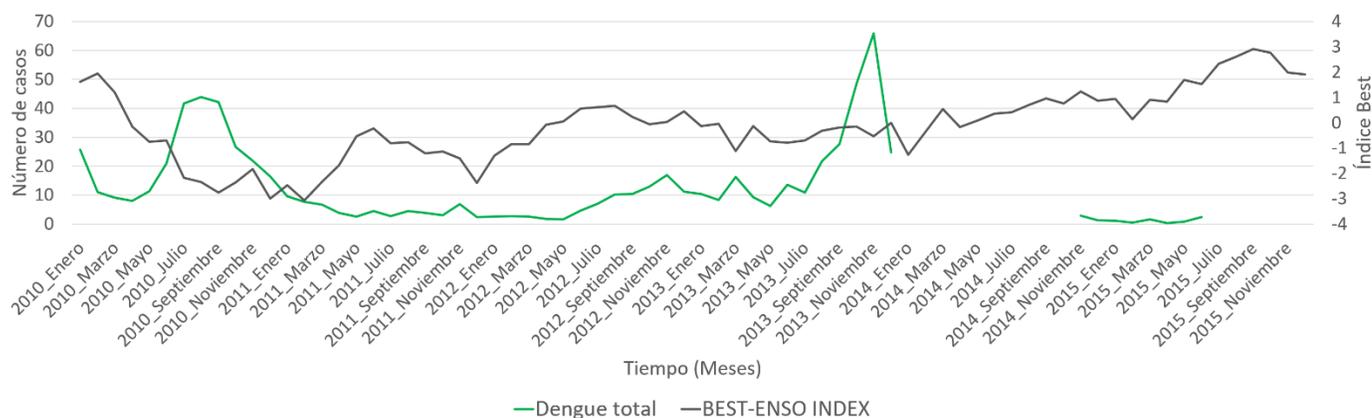


Figura 2.15. a. Relación mensual entre las variaciones del Índice Best- ENSO y la incidencia del dengue en el período 2010 – 2015 en el municipio San Diego. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y NOAA (2020).

Al analizar la ocurrencia de casos diarreicos en la serie histórica 2011–2013 y los primeros seis meses de 2015, y su relación con el indicador de variabilidad climática BEST-ENSO se observan momentos en la que la curva de variabilidad se acopla con la curva de casos diarreicos en el municipio, por ejemplo, durante el período mayo del 2011 hasta mayo del 2012, durante la ocurrencia de un evento ENSO frío de moderada intensidad. Luego las curvas se desacoplan y predomina el componente estacional, al menos hasta diciembre de 2013. En la corta serie de datos epidemiológicos del año 2015, se vuelve a observar un acoplamiento de las curvas, sin embargo, los acoplamientos observados son aleatorios y no obedecen a un patrón definido de recurrencia, en esta serie corta de datos 2011-2013 y durante los primeros 6 meses de 2015 (Figura 2.15.b).

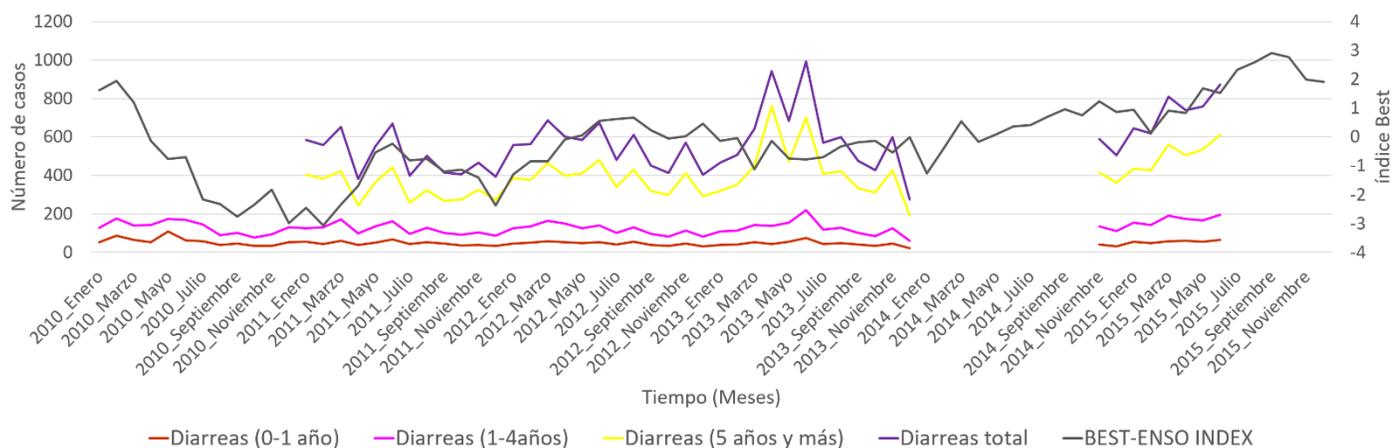


Figura 2.15. b. Relación mensual entre las variaciones del Índice Best- ENSO y la incidencia de las diarreas en el período 2010 – 2015 en el municipio San Diego. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y NOAA (2020).

Al analizar la serie histórica de los registros de precipitación y los casos diarreicos en el municipio San Diego, se observa con mayor claridad el componente estacional, con dos máximos anuales entre enero–marzo durante la temporada de sequía (Figura 2.16), en que la escasez del recurso hídrico, provoca racionamientos en el suministro, desmejorando las condiciones de higiene sobre todo en las comunidades más pobres, y en mayo–junio, durante el inicio de la temporada de lluvias, estos casos podrían relacionarse con la remoción de sedimentos, bacterias y otros microorganismos, en los ríos, canales y embalses que forman parte de los sistemas de aducción, fenómeno que se observa al inicio de la temporada lluviosa; pero también, a las deficiencias en los sistemas de potabilización. Estos ciclos se repiten en 2011, 2012 y 2013, con variaciones de intensidad. El evento más significativo por el número de casos, es el del año 2013, en que se alcanzaron 800 casos entre enero-marzo, que suben a 1000 entre mayo-junio del mismo año (Figura 2.16).

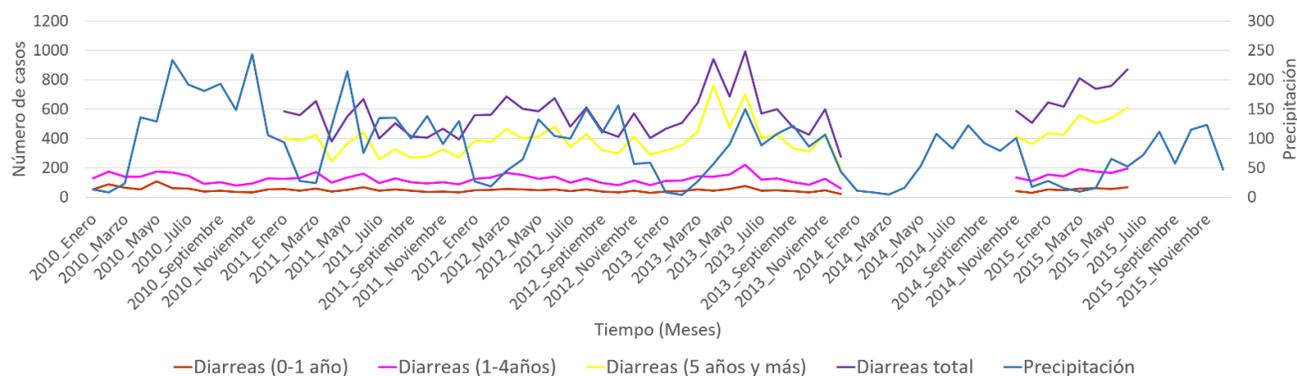


Figura 2.16. Relación mensual entre las variaciones de la precipitación (PP) y la incidencia de las diarreas analizadas en el período 2010 – 2015 en el municipio San Diego. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y WorldClim (2020).

Al analizar la serie histórica de casos de dengue y los registros de precipitación en el periodo 2010-2015 en el municipio San Diego, se observa una asociación más directa entre el número de casos y la abundancia o escasez de precipitaciones (Figura 2.17). Durante el primer trimestre del año 2010, la precipitación disminuye significativamente y la ocurrencia de casos de dengue en el municipio también. Posteriormente, a medida que aumentan las lluvias entre mayo y junio de 2010, el número de casos se eleva casi exponencialmente, alcanzado un tope entre los meses de julio–septiembre, para luego disminuir progresivamente a medida que disminuyen las lluvias, hasta la entrada del nuevo periodo de sequía. Sin embargo, ya desde enero de 2011 hasta enero de 2013, se observa un número muy bajo de casos, posiblemente consecuencia, como ya hemos señalado anteriormente, del desarrollo de estrategias de saneamiento ambiental y control del vector. A pesar de ello, en octubre de 2013 se observa el segundo máximo significativo de la serie histórica de casos, con cerca de 70 registros en apenas un mes, dado que la serie se interrumpe en enero de 2014, y reaparece brevemente en 2015, no es posible realizar en este punto, otras inferencias (Figura 2.17).

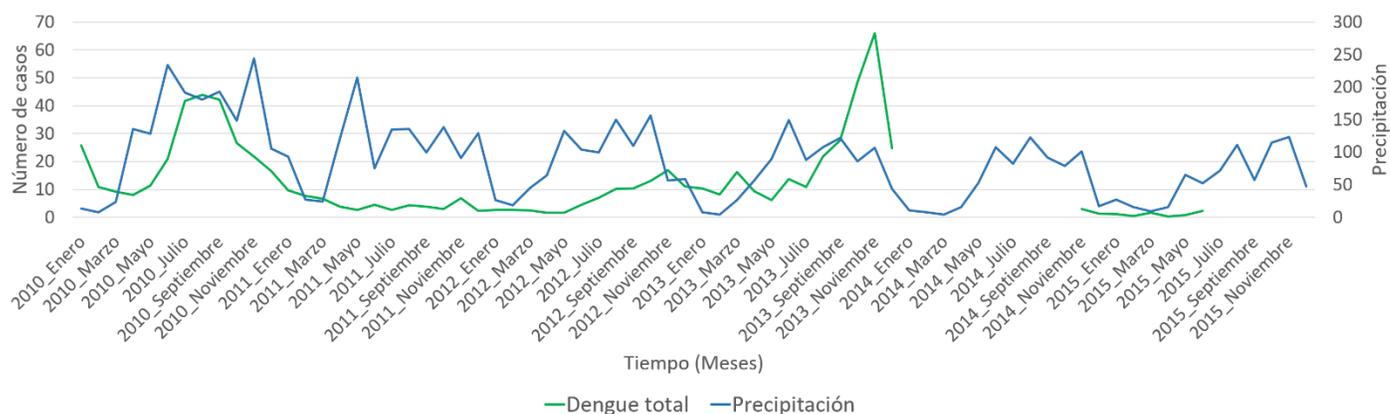


Figura 2.17. Relación mensual entre las variaciones de la precipitación (PP) y la incidencia del dengue analizados en el período 2010 – 2015 en el municipio San Diego. **Fuente:** Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y WorldClim (2020).

2.5 Resumen de resultados del Estudio.

- Los resultados de las evaluaciones realizadas de la relación clima, agua, salud en el municipio San Diego, muestran la influencia de una componente estacional, en la dinámica de las enfermedades infecciosas de origen hídrico, como es el caso de las diarreas y la amibiasis.
- Esta dinámica estacional presenta dos máximos de casos anuales, uno durante el periodo de sequía entre enero-marzo y el segundo máximo, al inicio de la temporada lluviosa entre mayo–junio.
- La ocurrencia de casos diarreicos durante los meses de enero–marzo, está vinculada con la escasez del recurso hídrico, que se agudiza durante la temporada de sequía. La disminución en los niveles de agua de los embalses, tiene un impacto directo sobre la frecuencia y la calidad del servicio, aumentando los cortes de agua y el racionamiento del suministro. Ello afecta fundamentalmente, a las comunidades más pobres del municipio San Diego, que no pueden pagar costosos servicios privados de camiones de agua, o instalar tanques de agua de gran volumen en sus viviendas.

- En la mayoría de los casos, la higiene diaria, cocción de alimentos y limpieza de la vivienda, dependen de lo poco que pueden recolectar en pipotes, baldes o botellones. Estas reservas, al ser insuficientes, promueven hábitos insalubres, aumentando la exposición de la población, a las enfermedades infecciosas de origen hídrico.
- Así mismo se pudo determinar del análisis, que los casos de amibiasis guardan un patrón similar al de los casos diarreicos, con recurrencia de aumentos de casos en la época de sequía, en los meses de enero–marzo, y a la entrada del periodo de lluvias en los meses de mayo-junio, con variaciones de intensidad.
- También se observó en los análisis realizados en el municipio, que durante la ocurrencia de un evento ENSO cálido de alta intensidad, los casos de dengue caen significativamente, aumentando progresivamente, hasta alcanzar un máximo entre mayo-septiembre del 2010, momento en que el indicador de variabilidad cae a valores negativos, durante la ocurrencia de un evento ENSO frío de alta intensidad.
- De igual manera se observaron en los análisis de la serie histórica, variaciones en la amplitud térmica por aumentos en la temperatura mínima, como los verificados durante el evento ENSO cálido de 2015–2016, que pueden tener un impacto sobre la dinámica de enfermedades metaxénicas como el dengue, acelerando el ciclo del vector.
- Al analizar las series históricas de casos de dengue y los registros de precipitación en el periodo 2010–2015 en el municipio, San Diego, se observan un patrón de ocurrencia de casos de dengue, con un máximo al inicio de la serie histórica en el año 2010 y posteriormente una caída significativa de los casos, que se mantiene por varios años, 2011, 2012 2013, posiblemente como resultado de políticas de control del vector y mejoras en la gestión del recurso hídrico, situación que se observa hasta inicios del 2014.
- La componente estacional de las enfermedades infecciosas de origen hídrico, observada en el municipio, pone en evidencia las deficiencias en la frecuencia del suministro y la calidad del agua, ya que, si los sistemas aducción y potabilización funcionaran correctamente, la incidencia de esta componente

estacional sería probablemente, mucho menor, y/o limitada a regionales rurales, o áreas pobres con deficiencias en la cobertura de servicios.

- Estos sistemas de aducción y potabilización dependen de la calidad y aseguramiento del suministro eléctrico, cuando este servicio falla, y ello ocurre con mucha frecuencia, fallan los sistemas de bombeo de lo cual depende la aducción y se paralizan las plantas potabilizadoras, afectándose en consecuencia tanto la frecuencia del suministro como la calidad del agua, y dejando expuesta a la población, a estas enfermedades de origen hídrico, ya que el almacenamiento doméstico y los camiones cisternas no pueden asegurar la calidad del agua.

2.6 Bibliografía Citada

Delgado-Petrocelli L., Aguilar, V.H., Marichal F., Camardiel A., Córdova K., Ramos, S. (2013). "Patrones Culturales y su Asociación con la Dinámica del Dengue en el Estado Mérida, 2001-2009". V Jornadas Nacionales de Geomática y IX Jornadas de Educación en Percepción Remota en el Ámbito de Mercosur. Memorias en formato digital. Depósito Legal lfx78320133002813 pp: 199-206

Delgado-Petrocelli, L., Camardiel, A., Aguilar, V.H., Martínez, N., Córdova, K. y Ramos, S. (2011). "Geospatial tools for the identification a malaria corridor in Estado Sucre, a Venezuelan north-eastern State". *Geospatial Health* 5 (2): 169-176.

Delgado-Petrocelli, L., Córdova, K., Camardiel, A., Aguilar, V.H., Hernández, D., Ramos, S. (2012). "Analysis of the El Niño/La Niña-Southern Oscillation (ENSO) Variability and Malaria in State of Sucre, Venezuela". *Geospatial Health Special Issue Vol 6 (3): S51-S57*.

Delgado, L. y Machado-Allison, C. E. (2006). La comunidad de insectos acuáticos asociados a *Alocacia macrorrhiza* en Venezuela. Composición de la Fauna y aspectos de su Historia Natural. *Revista Entomotrópica*. Vol 21 (2): 105-115.

Hernández, Rafael (2017). Taller sobre Desarrollo de un Sistema de Información sobre la Sequía para América del Sur. INAMEH, Gerencia de Meteorología, Coordinación de Meteorología Aplicada, Buenos Aires, Argentina, agosto 2017. Disponible en: <https://docplayer.es/72552280-Republica-bolivariana-de-venezuela.html>, Consultado: Noviembre, 2020.

OMM. (2011) Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2010. OMM-Nº 1074, ISBN 978-92-63-31074-3, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza.

OMM. (2016) Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2015. OMM-Nº 1167, ISBN 978-92-63-31167-2, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza.

OMM. (2017) Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2016. OMM–Nº 1189, ISBN 978-92-63-31189-4, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza.

Park Watchs (2003) http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/pcnm_spa.pdf

Sala, M y Batalla, R.J. (1996). Teoría y métodos en Geografía Física Ed. Síntesis. 302 pp.