

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

MUNICIPIO
TOVAR
ESTADO ARAGUA

KARENIA CORDOVA

EDITORA.

INFORME FINAL
FEBRERO 2021



ACCIÓN CLIMÁTICA AGUA Y SALUD



PROYECTO

CAMBIO CLIMÁTICO, GESTIÓN DE AGUAS, ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO: EL PAPEL DE LAS AUTORIDADES LOCALES Y DE LAS ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL.

MUNICIPIO TOVAR. ESTADO ARAGUA
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 INVESEP 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 Tovar, estado Aragua.....	6
2.1. Comportamiento de las variables socio-económicas.....	8
2.2. Resultados de las estimaciones del patrón base del clima.	16
2.3. Variabilidad climática estacional y eventos ENSO.	19
2.4. Aspectos de salud y enfermedades asociadas al recurso agua, la variabilidad estacional y los eventos ENSO.....	22
2.5 Resumen de resultados del Estudio.....	29
2.6 Bibliografía Citada.....	31

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 Tovar del Estado Aragua.

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 Tovar.

2. Municipio Tovar, estado Aragua.

El Municipio Tovar se encuentra ubicado en la esquina nororiental de la zona nortecostera del Estado Aragua (Figura 2.1), tiene un territorio de 289,23 Km² en forma de L y representa un 4.02% del territorio del estado. Al Norte limita con El Mar Caribe, desde Punta Tuja hasta Puerto Maya, al Este con el Distrito Federal desde la desembocadura del río Maya en el Mar Caribe, aguas arriba por el mencionado río pasando por Chaguaramos, Hacienda San Enrique, Las Marías, la Serranía de la Costa y continuando en sentido Suroeste hasta llegar al río Agua Fría o El Jarillo. Al Sur, el río Agua Fría o el Jarillo, siguiendo en línea Suroeste hasta la localidad El Topo. Al Oeste con el municipio Santiago Mariño desde el Topo hasta Punta Tuja en el Mar Caribe. Su capital, La Colonia Tovar está situada a 1.796 m.s.n.m., en las cabeceras del río Tuy en la serranía del Litoral Central de la Cordillera de la Costa.

Esta pequeña colonia alemana en Venezuela, disfruta de una estratégica ubicación geográfica y un clima muy agradable. Según el Censo Nacional de Población del año 2011, tiene una población de 17.429 habitantes (INE, 2011), lo que equivale al 1% de la población del estado. La densidad de población del municipio es de 77,46 habs/km², la más baja de los tres municipios centrales estudiados. La Figura 2.1 muestra el mapa topográfico del municipio Tovar.

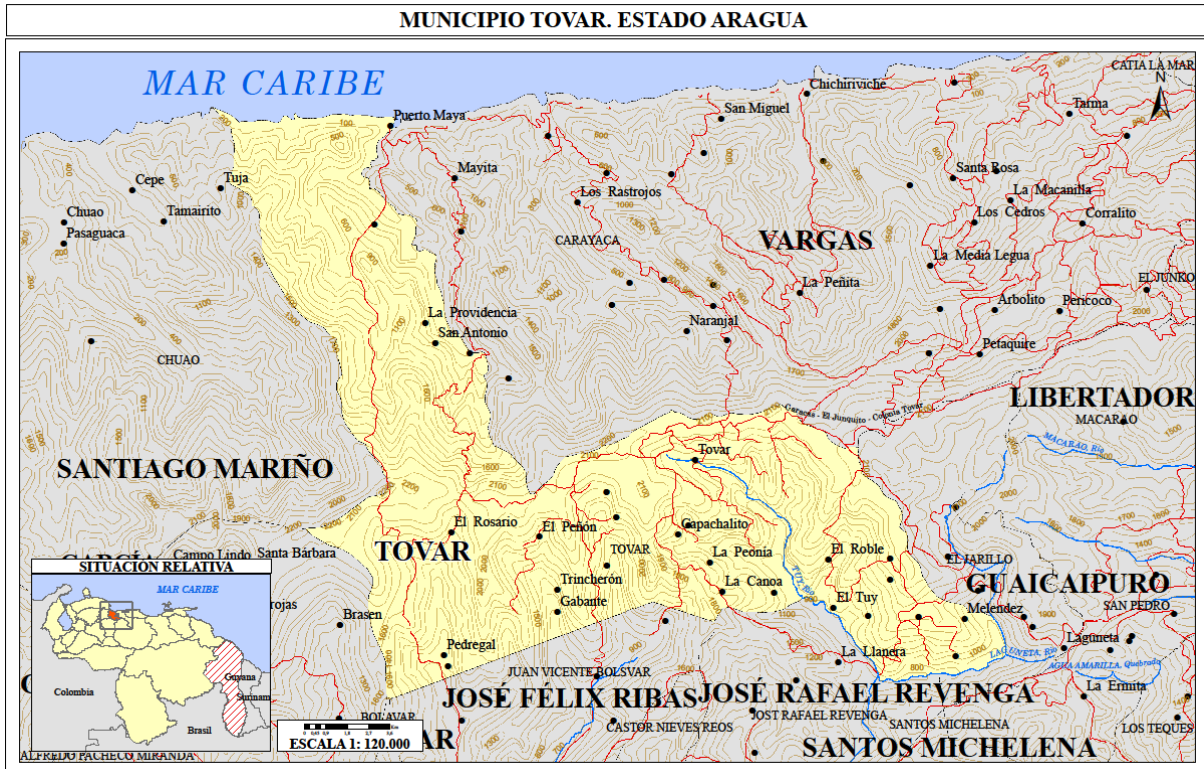


Figura 2.1. Mapa topográfico del municipio Tovar. Fuente: Elaboración propia.

Los colonos, como se les llama a los habitantes de esta ciudad de montaña, La Colonia Tovar, fundada en 1843 por un grupo de inmigrantes provenientes del entonces independiente estado de Bade, luego incorporado a Alemania, e inmigrantes holandeses, vieron en la agricultura el principal medio de vida. Fue así, como se puso en práctica en todos los terrenos cercanos al valle.

Cuando se inició el auge de la explotación del café, los habitantes de la Colonia Tovar se trasladaron, aunque también cultivaron en sus propios terrenos, a tierras aledañas propicias para este cultivo. Así también, cultivaron legumbres, verduras y frutas, consiguiendo de este modo un buen mercado en las ciudades de La Victoria y Caracas. En la actualidad, los días feriados y los fines de semana, los agricultores y artesanos instalan, cerca de la Iglesia, un mercado que reúne pequeños puestos de venta. La estética de estos puestos resulta similar a la de las tradicionales casas que habitan,

siendo de típicos techos rojos. En estos puestos se pueden conseguir hortalizas, frutas, vegetales, flores, dulces y distintas artesanías. Además, en la Colonia Tovar también se producen toneles de madera de excelente calidad. Los mismos resultan ser famosos dentro y fuera de la zona de la Colonia. Así también, los habitantes de la colonia producen otro tipo de cultivos y bienes que tienen su origen en la cultura europea. Tal es el caso de las moras, las fresas, los higos, las hortalizas, los duraznos, el pan, la pastelería, la cerveza, la madera, la cerámica, el hierro forjado y otra clase de artesanías.

A partir de los años 60, el rumbo económico de la Colonia Tovar dio un giro hacia el lado turístico, desplazando así a la agricultura como primera actividad productiva, que tuvo su período de auge desde el año 1870 hasta el presente. Fue para esta época en la que el turismo no dejaba de visitar la Colonia, haciéndose ésta cada vez más conocida, motivo por el cual, tuvo que ponerse a la altura de las circunstancias y comenzar a proveer a los turistas de todo lo necesario para que disfrutaran de su estadía. Es así, que comienzan a instalarse en la Colonia, distintos restaurantes, en dónde se sirven los platos típicos del lugar, como también, confortables hoteles y cabañas en dónde se pudiesen hospedar la gran cantidad de visitantes que comenzó a recibir la Colonia. De esta forma, la Colonia Tovar se convirtió en “zona de interés turístico”. Desde ese momento, la economía basada en la agricultura quedó en un segundo plano complementario, las zonas aledañas a la Colonia fueron integrándose en el área turística, convirtiéndose de esta manera en uno de los municipios con mayor ingreso per cápita de Venezuela.

2.1. Comportamiento de las variables socio-económicas.

El municipio Tovar, es un municipio rural a pesar de la infraestructura turística de la Colonia Tovar, sus casi 300 km² poseen una serie de caseríos y poblados que se comunican entre sí por angostas vías de penetración sobre la escarpada topografía, numéricamente, las comunidades instaladas en ese territorio son eminentemente

agrícolas, con un bajo desarrollo de infraestructuras para satisfacer los servicios básicos.

Respecto a la estructura poblacional del municipio Tovar, se puede apreciar en la Figura 2.2 las pirámides poblacionales del municipio para los años 2001 y 2011. Puede observarse como se ha ido desestabilizando la estructura de una pirámide casi simétrica (año 2001), a una con reducción significativa en su base (año 2011), lo que indica una emigración de los estratos poblacionales más jóvenes y pérdida del arraigo regional que motiva la emigración en búsqueda de mejores oportunidades de vida.

En cuanto a la distribución poblacional en el territorio que constituye el municipio Tovar, en la Figura 2.3 se puede apreciar el patrón de ocupación poblacional. Se destaca que son las zonas altas las más pobladas, hacia la región sur donde muchos poblados tienen una interacción espacial con zonas aledañas de los estados La Guaira y Miranda, sin embargo, la Colonia Tovar, capital del municipio, se ha convertido en un polo de cohesión de sus alrededores, una gran limitante han sido las vías de comunicación.

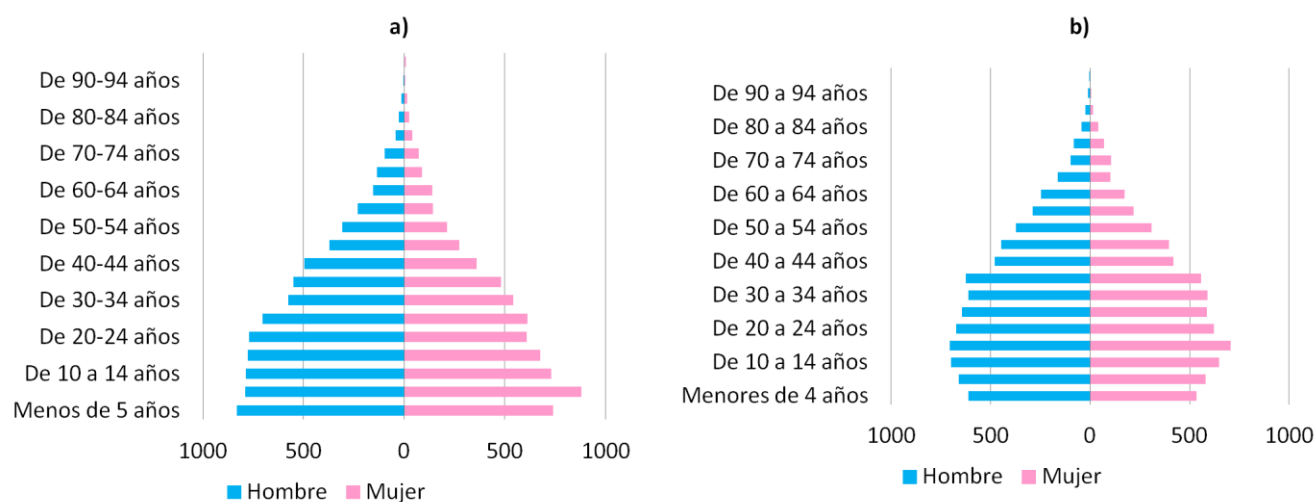


Figura 2.2. Pirámides poblacionales del municipio Tovar. a) Año 2001. b) Año 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

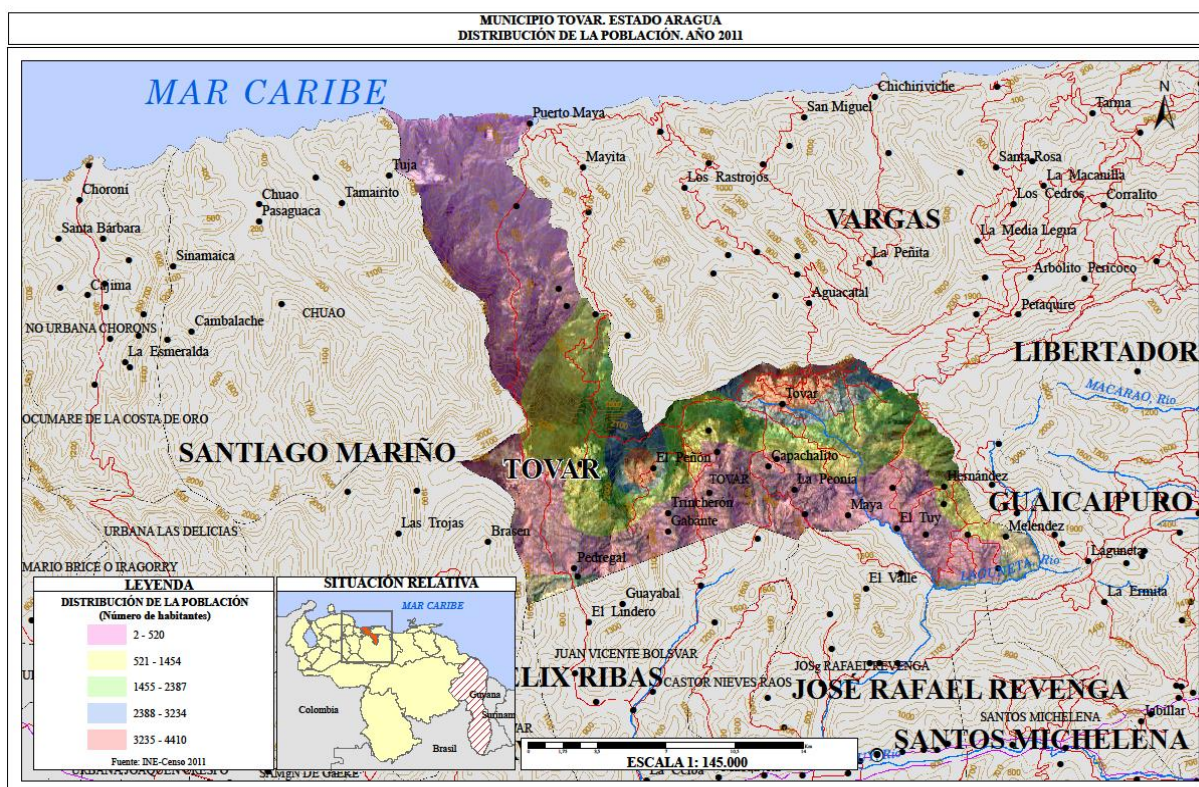


Figura 2.3. Distribución de la población del municipio Tovar. Fuente: Elaboración propia, datos poblacionales: INE (2011), cartografía: Ingeolan y Google Earth, superficie de la población: elaboración propia.

La hidrografía del municipio Tovar se divide en tres grandes cuencas: (1) la del mar Caribe, formada por los ríos Maya y Paraulata que drenan hacia el norte; (2) la endorreica del lago de Valencia, donde vierten sus aguas los ríos Macanillal, Gabante, Curtidor y Aragua y (3) nuevamente hacia el mar Caribe, a través del río Tuy, que drena en dirección sureste-este.

En 1981, con la finalidad de abastecer de agua a la creciente población, se construye un acueducto sobre la cuenca del río El Limón, ubicado sobre la vertiente norte de la Cordillera de la Costa, en el municipio Vargas (Estado La Guaira). El acueducto es administrado por la Compañía Anónima Hidrológica del Centro (Hidrocentro), una filial de la Compañía Anónima Hidrológica de Venezuela (Hidroven), empresa estatal que

maneja el abastecimiento de agua potable y el tratamiento de aguas residuales en Venezuela. Este acueducto consta de un dique toma, dos estaciones de bombeo que trasvasan el agua hacia la vertiente sur de la montaña y una planta de potabilización.

El suministro de agua del municipio Tovar proviene de este acueducto. Sus instalaciones están dentro del Monumento Natural Pico Codazzi, ya que fueron construidas antes de la creación del área natural protegida en 1991. De acuerdo a Hidrocentro, el acueducto abastece de agua a unas 12.000 personas, pero este número es incierto porque la Alcaldía Bolivariana del Municipio Tovar no ha recibido las cifras solicitadas a Hidrocentro. Según en la información del Web Site Global WaterPartnership GWP / AVEAGUA (2015), bajo el título “Gestión participativa de los recursos hídricos en el Municipio Tovar, Estado Aragua: Caso de Estudio para la Toolbox de GWP Sudamérica”, presentan estimaciones no oficiales, donde solamente se suministra agua a 5.346 habitantes del municipio Tovar, lo que equivale al 30% de la población total del municipio.

La insuficiencia en la disponibilidad del recurso hídrico se evidencia con la existencia de numerosas tomas ilegales de agua, que atraviesan el bosque para llevar el líquido hasta las zonas de cultivo y/o las casas, especialmente en áreas cercanas al Monumento Natural Pico Codazzi. Estas tomas directas, generalmente requieren del uso de largos tubos plásticos que llevan el agua hacia un tanque de almacenamiento, ubicado cerca del lecho del riachuelo, antes de ser llevadas por gravedad hasta donde es requerida. Tanto los caseríos, como los sectores de la Colonia Tovar que no reciben agua proveniente del acueducto, se abastecen a través de tomas directas ubicadas en los diferentes cursos de agua que forman la cuenca alta del río Tuy.

Las diversas formas en que se provee el agua potable en el municipio se muestran en la Figura 2.4, y denota la gran importancia del suministro a partir de manantiales y tomas de pozos. Reporta el estudio antes citado, que la lucha por la ubicación de las

tomas de agua, con respecto a las ya existentes, ha generado conflictos en las comunidades que viven en el municipio Tovar. Estos conflictos se agravan en la época de sequía, presentándose disputas fuertes entre vecinos, que incluyen desde discusiones en la calle hasta corte de tubos. Otras fuentes de conflictos, relacionados a la cantidad y calidad de los recursos hídricos en el municipio Tovar, han sido las deforestaciones con fines agrícolas en tierras adyacentes a las nacientes o cursos de ríos en el caserío Capachalito. La Figura 2.4 muestra claramente como en este municipio predomina la infraestructura rural, particularmente, las tomas de pozos y manantiales naturales existentes en las nacientes de las cuencas altas. Métodos alternos como el uso de cisternas no son viables por la mala condición de la vialidad de las zonas más apartadas de la Colonia, y porque los usos más demandantes son para riegos de cultivos.

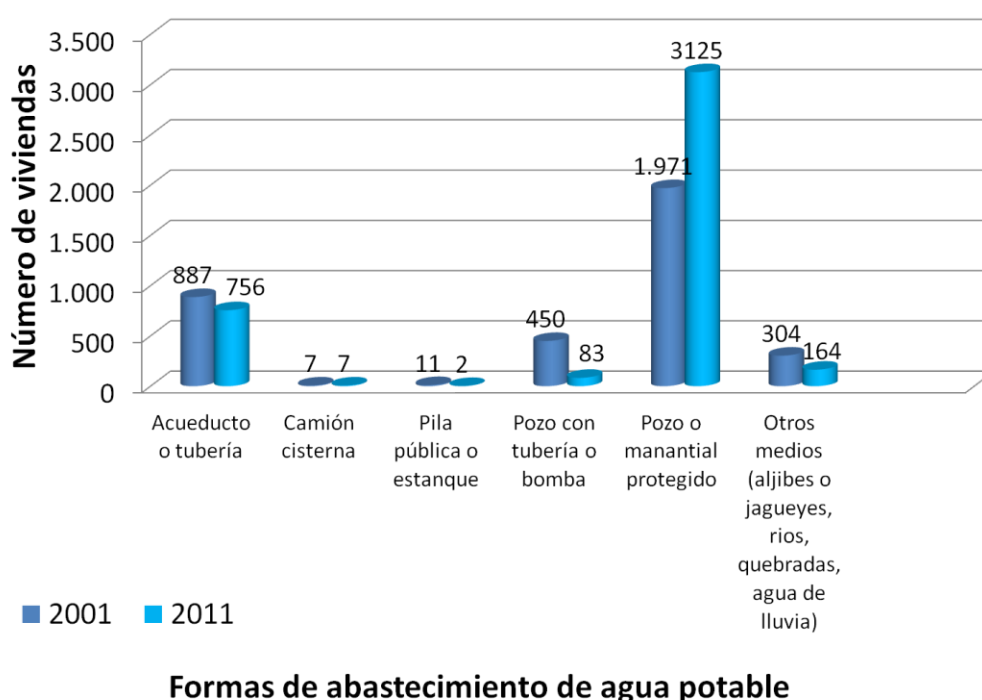


Figura 2.4. Resumen de las formas de abastecimiento de agua potable en el municipio Tovar en los años 2001 y 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

Recientemente, en Julio de 2018, según nota de prensa, tuvieron lugar protestas con cierres viales, en la carretera interna de la Colonia Tovar, debido a que sus pobladores denunciaban que llevaban 3 meses sin agua, y le demandaban a la Hidrológica atención a este problema.

<https://lanacionweb.com/nacional/vecinos-truncan-acceso-a-la-colonia-tovar-por-falta-de-agua/>

La nota no explicó si en ese momento, los problemas de suministro se debieron a escasez del recurso hídrico, por problemas de agotamiento de manantiales y pozos, o si a consecuencia de problemas eléctricos que están afectando el bombeo, debido a la creciente dependencia que tiene el sector de transferencia externa de agua para satisfacer las necesidades de la población y del sector agro-turístico. En septiembre de 2020, las fallas en el servicio eléctrico por más de 20 días, afectaron a diversos sectores de La Colonia Tovar, generando también graves problemas en el suministro de agua en este pueblo turístico de la región aragüeña.

<https://elaraqueno.com.ve/fallas-electricas-generan-problemas-de-suministro-de-agua-en-la-colonia-tovar/>

En cambio, las Figuras 2.5.a y 2.5.b. muestran en el primer caso, un desarrollo menor de un sistema de recolección de desechos, establecido en las zonas más urbanizadas alrededor de la Colonia Tovar, éste, sin embargo, no ha podido expandirse, también se evidencia cómo el sistema ha avanzado en la colocación de contenedores o “*containers*”, pero aun en los centros poblados dispersos en su geografía, no existe este servicio.

En notas de prensa publicadas en 2013, 2014 y 2015, se denuncia el surgimiento de un vertedero de basura en la vía al Jarillo, dentro del municipio Tovar, que ha causado creciente malestar entre los habitantes de El Jarillo y La Colonia Tovar, por el rápido crecimiento del volumen de basura acumulada y la falta de atención a este problema. De igual manera exhortan al “Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, a establecer un plan de saneamiento y eliminación de un inmenso vertedero de basura a cielo abierto que está en la vía que comunica El Jarillo (Municipio Guaicaipuro – Estado Miranda) con la Colonia Tovar (Municipio Tovar – Estado Aragua)”. Esto parece indicar

que el problema de manejo de los desechos sólidos es más de disposición final, que de recolección ya que los sistemas de recolección funcionan bien en el centro de la Colonia Tovar y áreas perimetrales cercanas

<https://www.lapatilla.com/2014/05/15/exigen-a-minambiente-eliminar-vertedero-de-basura-en-el-jarillo-colonia-tovar/>

En el segundo caso, observamos la infraestructura de saneamiento ya creada sobre la zona urbanizada, que consta de pocetas conectadas a pozos sépticos en su gran mayoría, lo que indica que la red de cloacas y colectores de aguas servidas es muy pobre en el municipio y persisten los escusados de hoyo y aún hay comunidades sin sistema alguno, lo que redundaría en la consideración de un municipio que aún conserva su carácter rural.

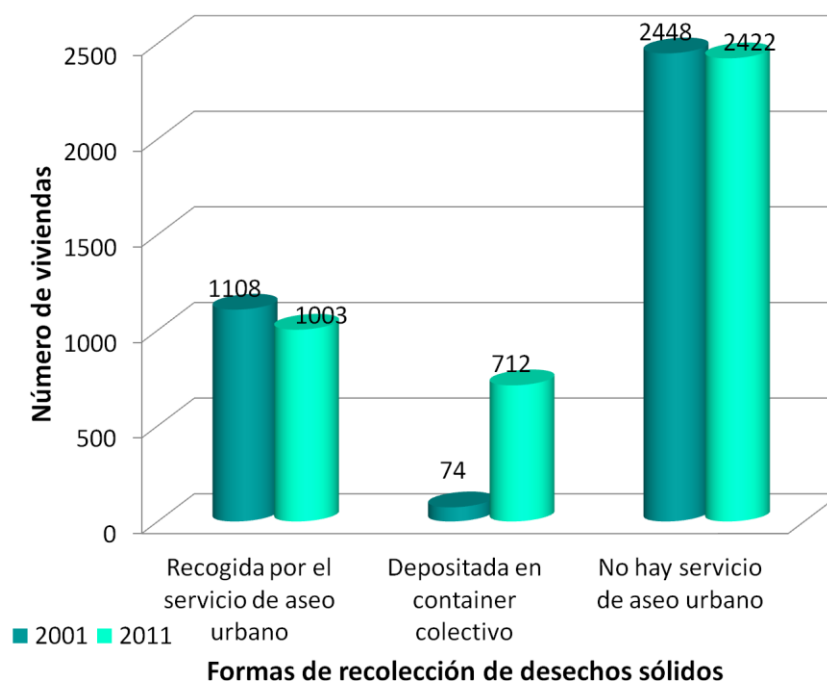


Figura 2.5.a. Resumen de los métodos de recolección de desechos sólidos en el municipio Tovar en los años 2001 y 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

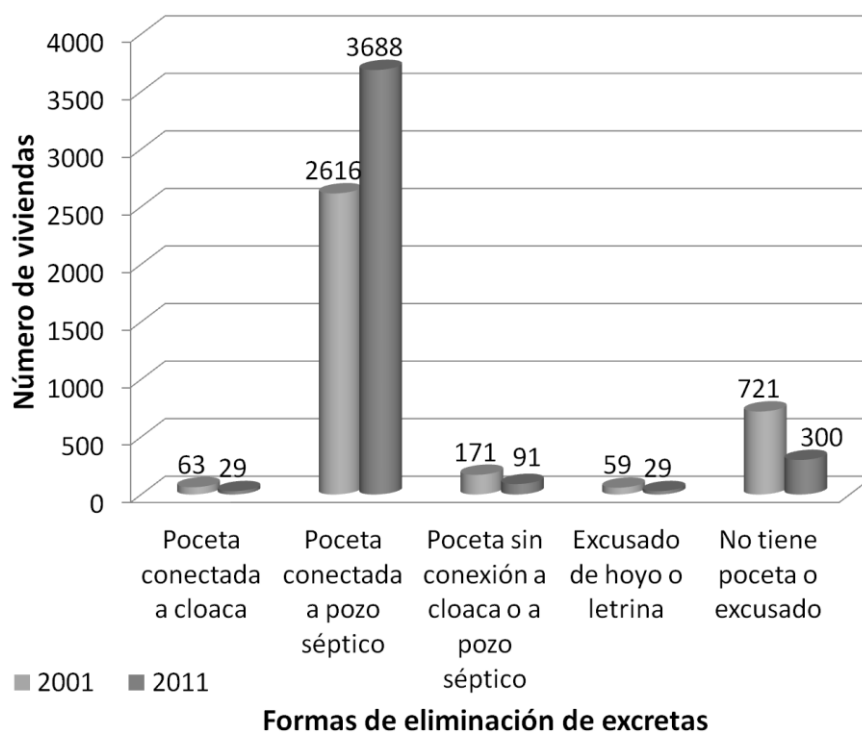


Figura 2.5.b. Resumen de los métodos eliminación de excretas en el municipio Tovar en los años 2001 y 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: INE (2011).

Informaciones posteriores colectadas en notas de prensa reseñan, que el 07/12/2012, el Minamb inauguró una planta de tratamiento de aguas residuales y una red de colectores de aguas residuales en La Colonia Tovar- sector Potrero Perdido, para unas 8.500 personas, lo que constituye una mejora de la red de saneamiento.

<https://sistemajpii.blogspot.com/2013/01/planta-de-tratamiento-de-aguas.html>

Sin embargo, en 2015, los habitantes de la Colonia denuncian fallas en la planta de tratamiento, debido a que los tanques rotativos colapsaron, tapándose las tuberías de 10 x 8 pulgadas donde se hacen las descargas de todos los desechos; causando que el gas metano se devuelva a las moradas, e inundando de malos olores plazas, iglesias, hoteles y comercios de La Colonia Tovar; colocando los “nervios de punta” de la comunidad. Los habitantes denuncian que las aguas contaminadas están llegando directamente al Río Tuy, y que los habitantes de las poblaciones de El Conde y

Revengea, son los más perjudicados al consumir estas aguas contaminadas, pues desconocen la realidad. No tenemos información reciente sobre esta situación, si logró solventarse el funcionamiento de la planta o si las aguas contaminadas continúan siendo descargadas al río Tuy.

<https://elclarinweb.com/ciudadania/hedor-inunda-centro-de-la-colonia-tovar/>

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

El patrón del clima hay que interpretarlo en el entorno de la estratificación de temperatura que se expresa en la Figura 2.6, esto se debe, a una variación abrupta del relieve en apenas 290 km² de su territorio, lo que genera muchos elementos modificadores del clima, y estos quedan enmascarados en el climadiagrama presentado.

El climadiagrama muestra un patrón bimodal donde se puede hablar de una época seca larga, desde el mes de Enero hasta Mayo, con un deficit hídrico donde solo se dan pequeños eventos que nunca acumulan mas de 10mm mensuales; seguido se da un cambio significativo de la precipitación que se instaura durante los meses de Junio y Julio definiendo una primera época superhúmeda con un máximo alrededor de 200mm de acumulación mensual, esta corta temporada lluviosa está seguida de lo que muchos autores denominan como un veranillo (Delgado y Machado-Allison, 2006; Sala y Batalla, 1996), el cual corresponde al período Agosto-Septiembre, con una drástica caída de las precipitaciones, seguido por una nueva época de lluvias en el mes de Octubre, que da origen a una época superhúmeda con valores de hasta 250mm de acumulación mensual. Luego la precipitación disminuye para dar paso a una nueva época seca que se inicia en el mes de noviembre. En la misma Figura 2.6, se observa que la temperatura oscila alrededor de los 20°C, cayendo por debajo de este valor en varios meses. En la Figura 3.25 puede apreciarse que los rangos de temperatura media son del orden de los 26°C a los 28°C.

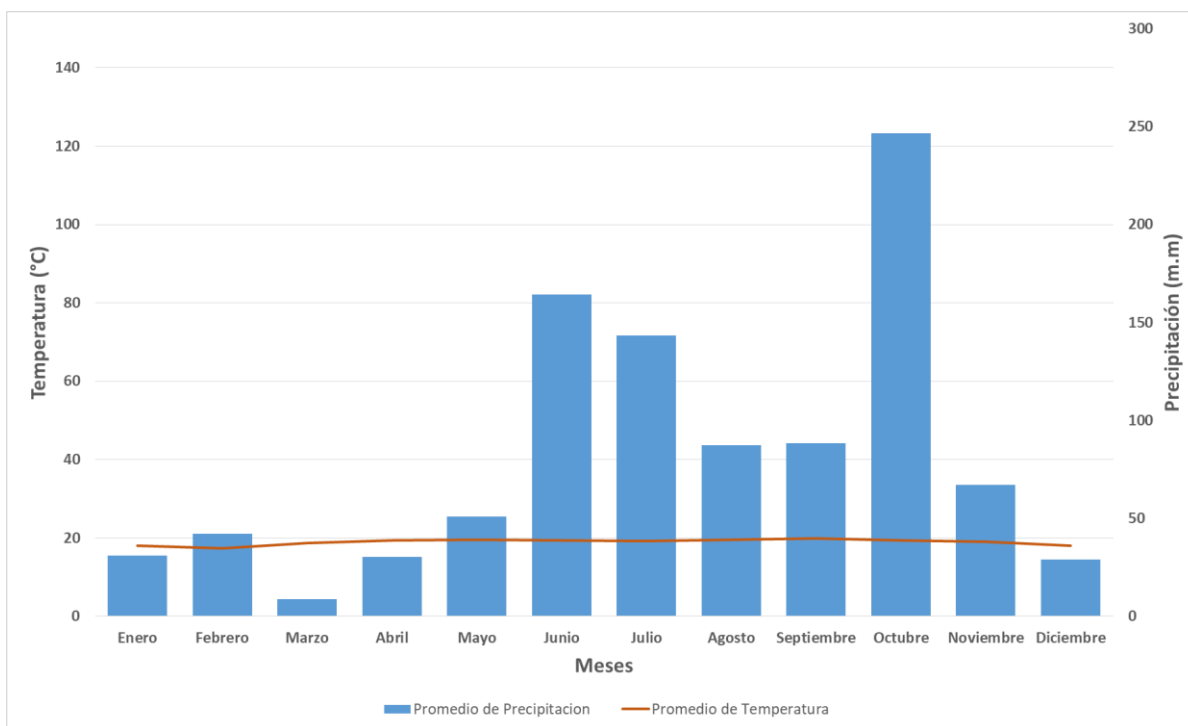


Figura 2.6. Climadiagrama del período 2010-2018 que define el patrón climático local del municipio Tovar. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020).

Así mismo, se observa que a este nivel, las montañas del ramal externo de la Cordillera de La Costa entran abruptamente al mar, dando origen a una vegetación de bosques montanos, bosques ombrófilos submontanos y montanos, siempreverdes, bosques nublados y bosques ombrófilos, submontanos, semidecíduos y estacionales (Park Watchs, 2003), que cambia en pisos altitudinales de macrotérmicos a microtérmicos que llega hasta los 2.429 m.s.n.m. en el Picacho, de acuerdo a lo expresado en la misma Figura 2.7, aquí el rango de temperatura media va desde los 16°C a los 23°C.

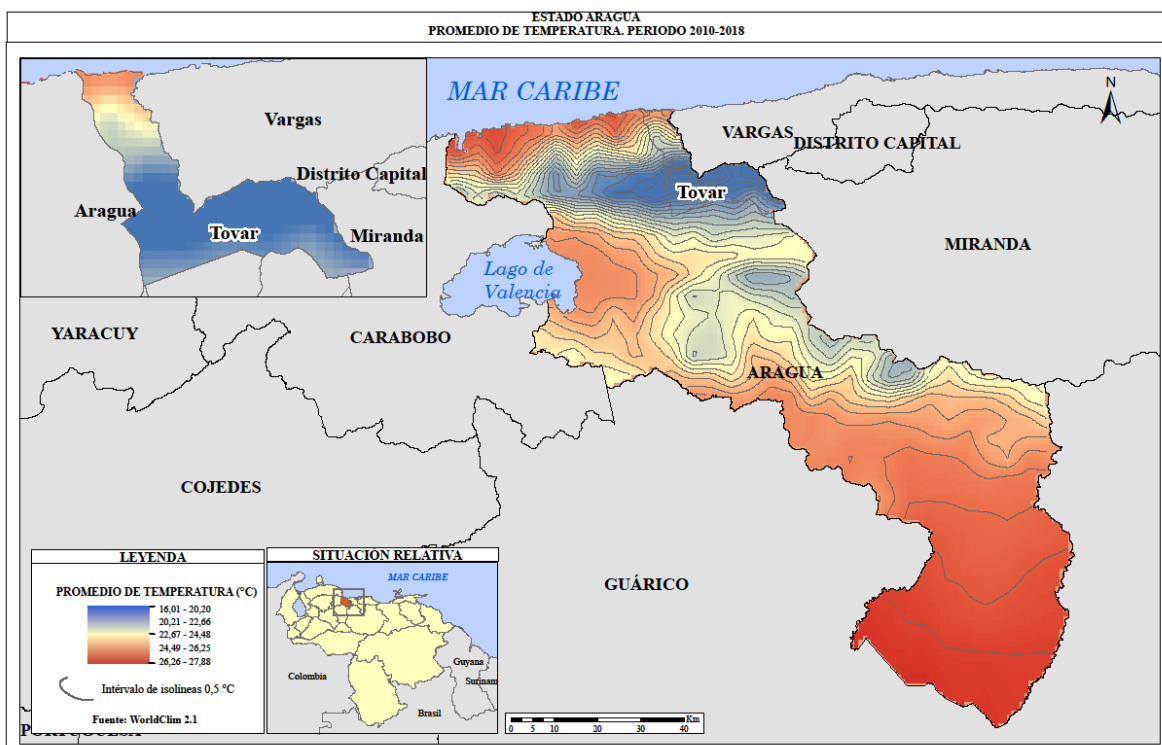


Figura 2.7. Mapa resumen de la estratificación espacial de la temperatura promedio en el período 2010 – 2018 en el estado Aragua. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020).

Por ello, no es simple la explicación del climadiagrama elaborado con los datos de la base de datos de WorldClim, por lo grueso de la grilla de datos, donde de manera general, el clima es tropical de altura, con abundantes precipitaciones que oscilan entre los 1.000 y 1.500mm anuales y una corta estación seca entre enero y marzo. La temperatura promedio anual general oscila entre 13°C y 16°C, lo que no refleja otros cambios en el clima de la vertiente sur, que corresponden al ramal interno de la cordillera de la Costa, que colinda con la población de El Junquito, del municipio Libertador en Caracas.

Entre tanto, la Figura 2.8 muestra la estratificación de la precipitación y complementa la explicación de la alta variabilidad climática dentro del municipio. El mapa revela que la fracción costera posee un rango de precipitación que va de 60 a 75mm anuales promedio y luego va cambiando progresivamente, incrementándose en los distintos pisos

climáticos, hasta llegar a un nivel que oscila entre los 80 y 90mm de promedio anual de precipitación.

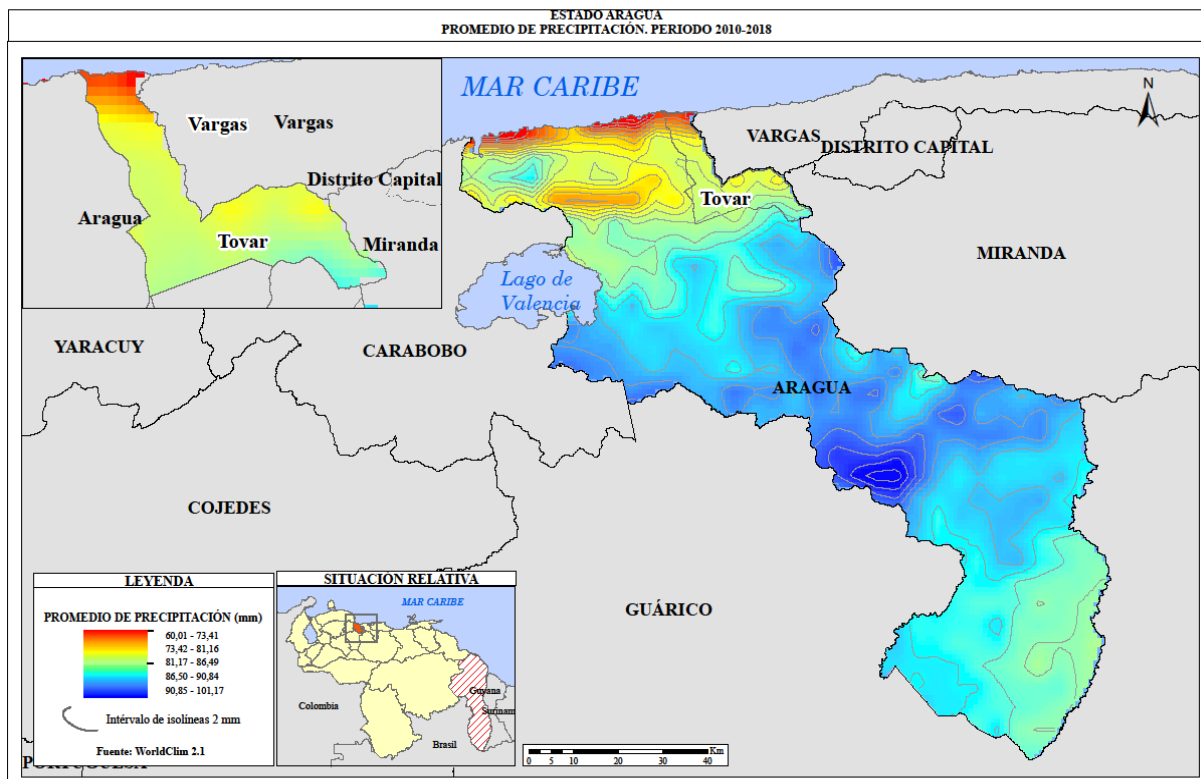


Figura 2.8. Mapa resumen de la estratificación espacial de la precipitación promedio en el período 2010 – 2018 en el estado Aragua. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020).

2.3. Variabilidad climática estacional y eventos ENSO.

La serie histórica de datos de temperatura en el municipio Tovar, muestra la variabilidad estacional en el periodo 2010-2015, con mínimos entre los meses de enero-marzo (17,5°C) y máximos entre julio –agosto (20,8°C). En relación a la variación de la temperatura y su asociación con el indicador de variabilidad climática BEST, se observa un acoplamiento de la curva del indicador en los primeros 3 meses de 2010, momento en que se registran los valores más altos de la temperatura en la serie histórica, coincidiendo con un evento ENSO cálido fuerte, al igual que durante el año 2015,

durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, e inicios de 2016 (enero-abril) (Figura 2.9). Durante los eventos ENSO cálidos, de fuerte intensidad, los aumentos de temperatura superficial y del aire, se acompañan también de aumentos en la evaporación directa y la evapotranspiración vegetal, aumentando el estrés hídrico de la vegetación y la incidencia de incendios forestales, en las nacientes de las cuencas productoras de agua, sobre todo hacia la vertiente sur, donde se localiza la Colonia Tovar y poblados aledaños. Todo esto incrementa la escasez del recurso hídrico y los conflictos de uso, por las demandas crecientes de la actividad agro-turística, y las necesidades de los pobladores residentes.

El evento frío La niña, 2010-2011, que comienza a desarrollarse entre abril–mayo de 2010, se consolida durante el resto del año 2010, alcanzando anomalías negativas significativas entre octubre-noviembre de 2010, que se extienden hasta el primer trimestre de 2011, ocasionando en consecuencia, descensos en la temperatura acompañando los valores negativos del indicador, estos, sin embargo, no se diferencian de la variabilidad estacional (Figura 2.9).

Analizando la asociación del indicador BEST-ENSO con la precipitación, en la serie histórica de 2010-2015 para el municipio Tovar, se observa una relación inversa entre los valores del indicador y las precipitaciones, muy evidente en el primer trimestre del 2010 y durante el evento cálido fuerte de 2015-2016 (Figura 2.10). En el primer trimestre del 2010, frente a valores altos del indicador BEST, la precipitación disminuye entre los meses de enero-abril, para luego aumentar significativamente desde mayo 2010 hasta enero-marzo de 2011, a medida que el indicador disminuye hacia valores negativos, señalando la entrada de un evento frío La Niña de intensidad fuerte, donde por lo general llueve más durante todo el período, aun durante los meses de sequía (Figura 2.10).

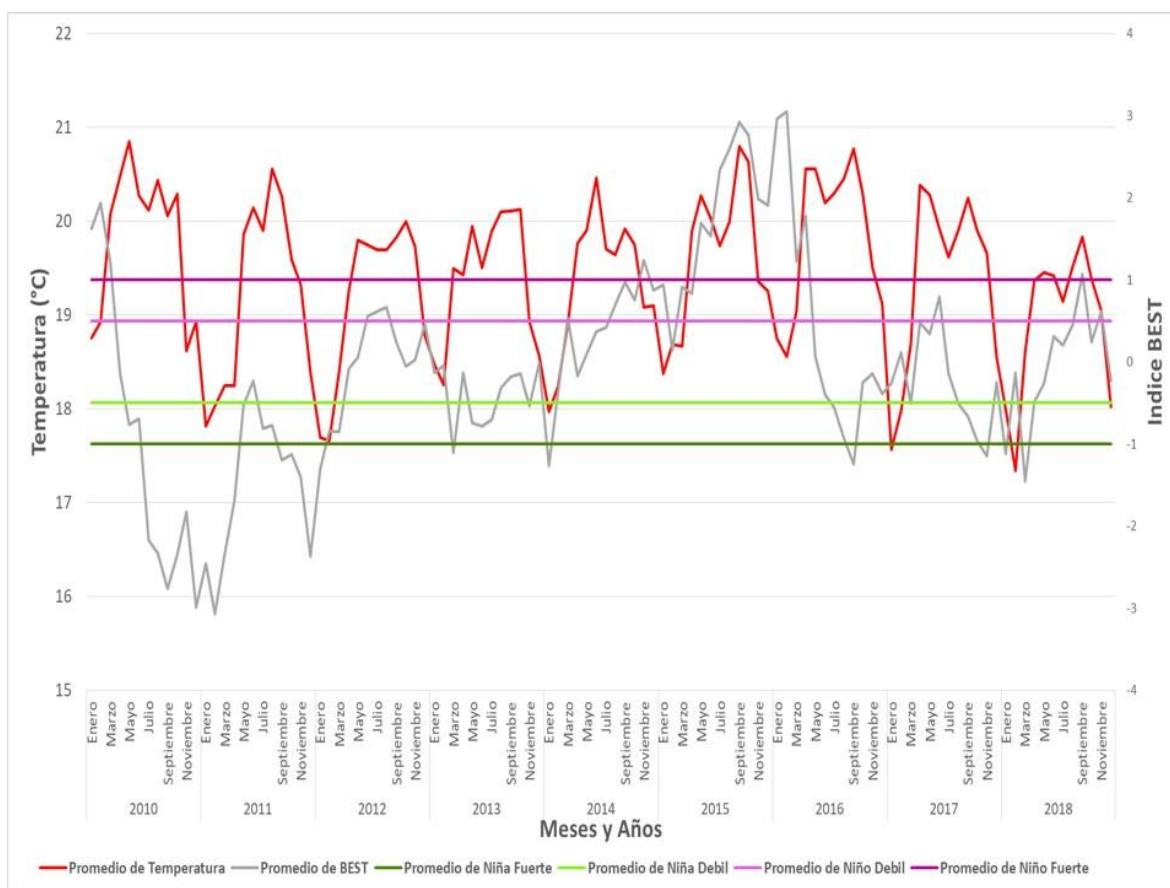


Figura 2.9. Relación de las series temporales de temperatura y el Índice Best estimados para el municipio Tovar en el período 2010 – 2018. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020) y NOAA (2020).

El otro evento significativo que se observa, es la caída de las precipitaciones durante la temporada lluviosa del 2015, que se empalma con la entrada de la estación seca a inicios de 2016 (Figura 2.10). Este evento tuvo una fuerte influencia sobre los sistemas hídricos, afectando la calidad y el volumen de las aguas en los embalses, particularmente en la región centro norte costera. La OMM y el INAMEH denominaron a este evento temporada seca extendida, ya que los valores de precipitación durante la temporada de lluvias 2015 cayeron muy por debajo del promedio, con efectos devastadores en algunas cuencas hidrográficas (Hernández, R, 2017; OMM, 2011, 2016, 2017).

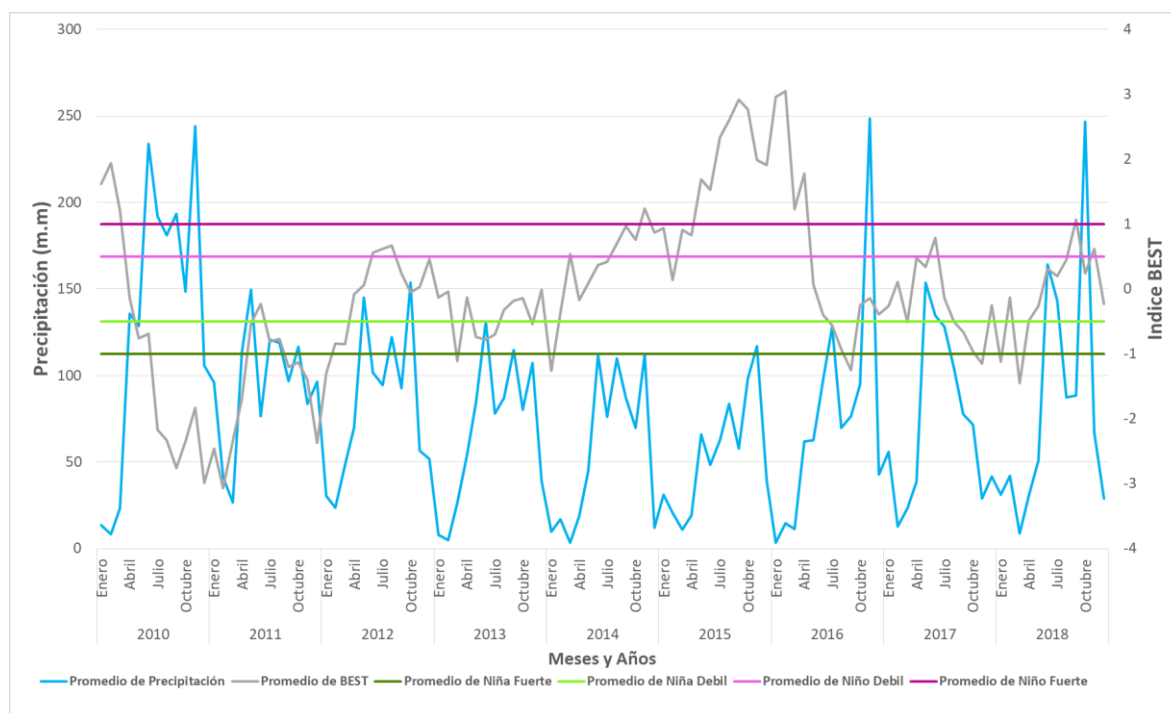


Figura 2.10. Relación de las series temporales de la precipitación y el Índice Best, estimados para el municipio Tovar en el período 2010 – 2018. Fuente: Elaboración propia, datos: WorldClim (2020) y NOAA (2020).

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 Tovar, son las diarreas infantiles, sobre todo en el grupo poblacional de 5 años y más, que representa el 61% de los casos. Los casos de dengue y de amibiasis son pocos y no representan un problema serio de salud pública, como sí lo son, los elevados casos de diarreas en el grupo etario de 5 años y más (Figuras 2.11 y 2.12).

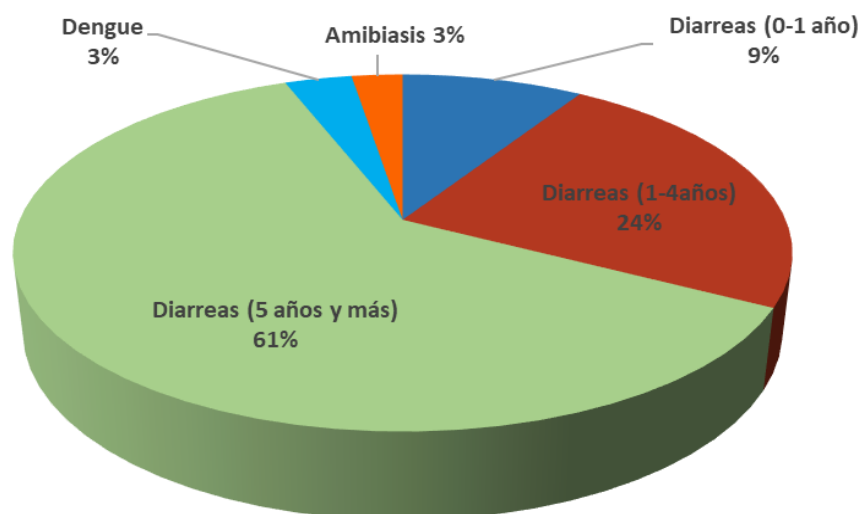


Figura 2.11. Proporción de casos de cada una de las enfermedades reportadas para el municipio Tovar, estado Aragua en el año 2011. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

Al analizar la serie histórica de registro de casos diarreicos, podemos observar 3 máximos significativos de casos, fundamentalmente en niños de 5 años o más, en enero-marzo 2011 y 2012, y enero-marzo de 2015, coincidiendo con la temporada de sequía que afecta la disponibilidad del recurso, y en mayo-junio de 2013, al inicio de la temporada de lluvias (Figura 2.13.a).

En el caso de los reportes de diarreas durante el periodo lluvioso, estos 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 ocurre sobre todo al inicio de la temporada lluviosa; pero también, a las deficiencias en los sistemas de potabilización y tratamiento, así como también, a las inundaciones estacionales, que afectan los sistemas de recolección y tratamiento de agua potable.

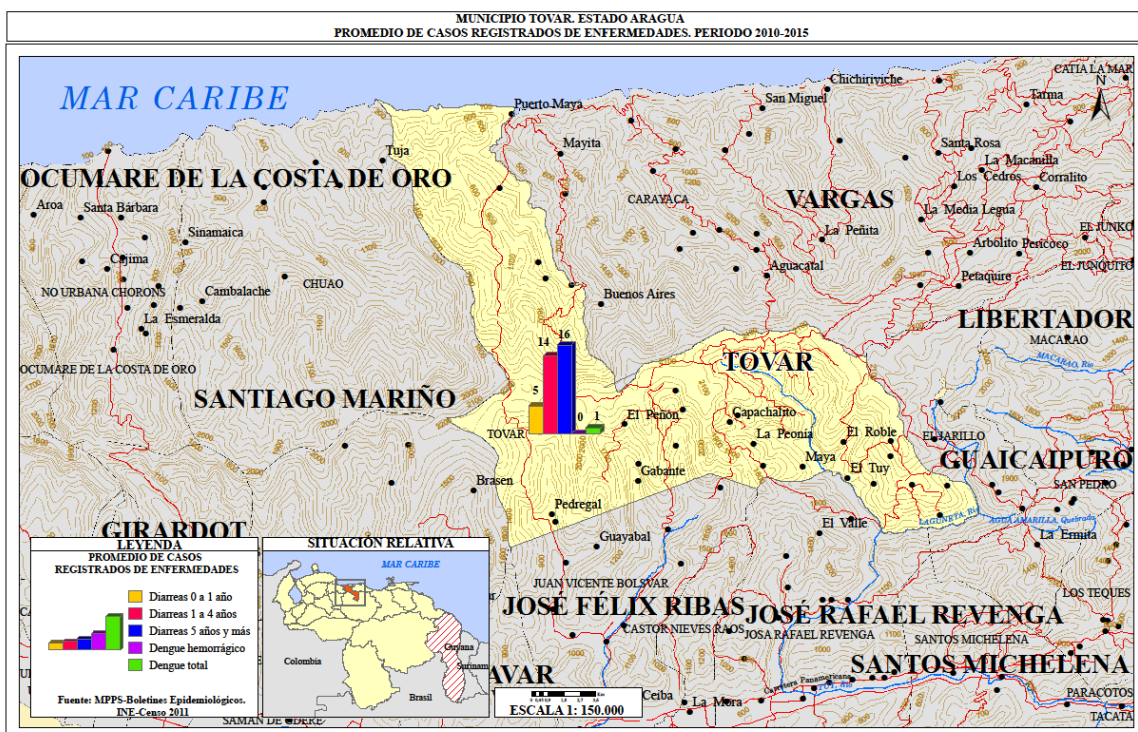


Figura 2.12. Distribución anual de las diarreas por segmentos etarios en el municipio Tovar y Dengue por tipos, en el período 2010 – 2015. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

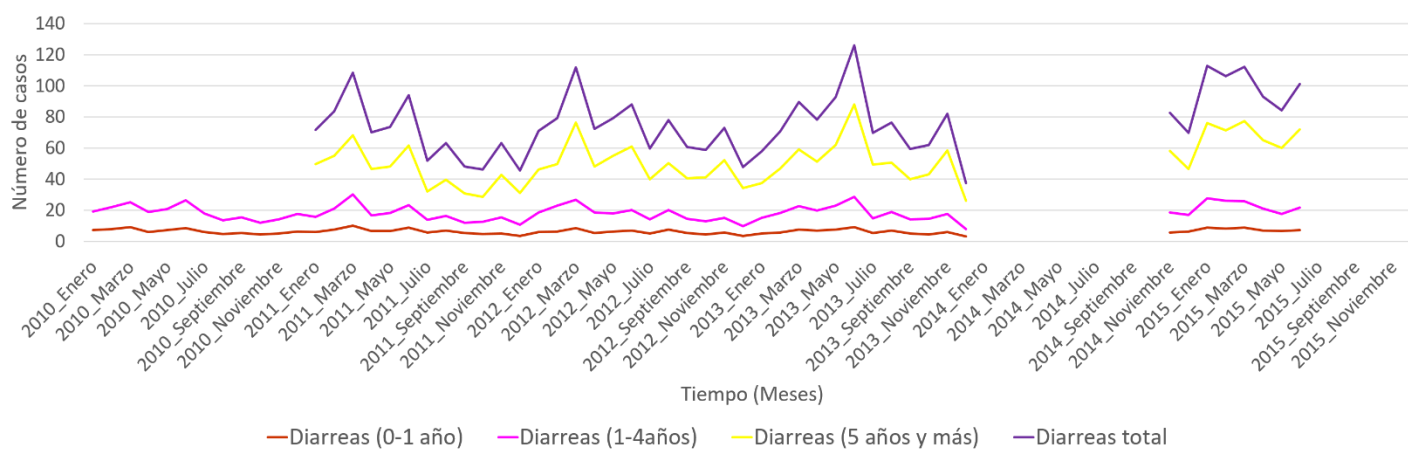


Figura 2.13.a. Distribución de los casos de diarrea en el municipio Tovar durante el período 2010 – 2015. Fuente: elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

En cuanto a los casos de Dengue y Amibiasis en el municipio Tovar, en la serie histórica 2010-2015, es importante acotar, la discontinuidad en los registros, desde

enero hasta octubre de 2014 y desde julio hasta diciembre de 2015, posteriormente, solo en el caso del Dengue, vuelven a aparecer registros de la enfermedad. En el caso del dengue, a diferencia de la amibiasis, podemos observar tres máximos de casos de la enfermedad, el primero entre mayo-julio de 2010, el segundo entre septiembre-noviembre 2012 y el tercer máximo de casos, entre octubre y noviembre de 2013, todos ellos durante la temporada de lluvias, en donde se favorece una fase del ciclo de vida del vector, ya que la ocurrencia de casos durante la temporada de sequía en el municipio, es baja (Figura 2.13.b).

También se observa un periodo con baja incidencia de casos durante todo el año 2011 y los dos primeros trimestres de 2012, posiblemente como consecuencia de estrategias de saneamiento ambiental y de control del vector. En el caso de la amibiasis, se observaron tres máximos de casos en la serie histórica, el primero en febrero-marzo 2011, el segundo en febrero-marzo 2013 y el último, entre mayo-junio de 2013. A diferencia del Dengue, los casos de amibiasis presentan un patrón estacional similar al de las diarreas, más evidente en 2013, con máximos durante los meses de sequía y al inicio de la temporada de lluvias (Figura 2.13.b). En este punto la discontinuidad de los registros no permite hacer mayores inferencias.

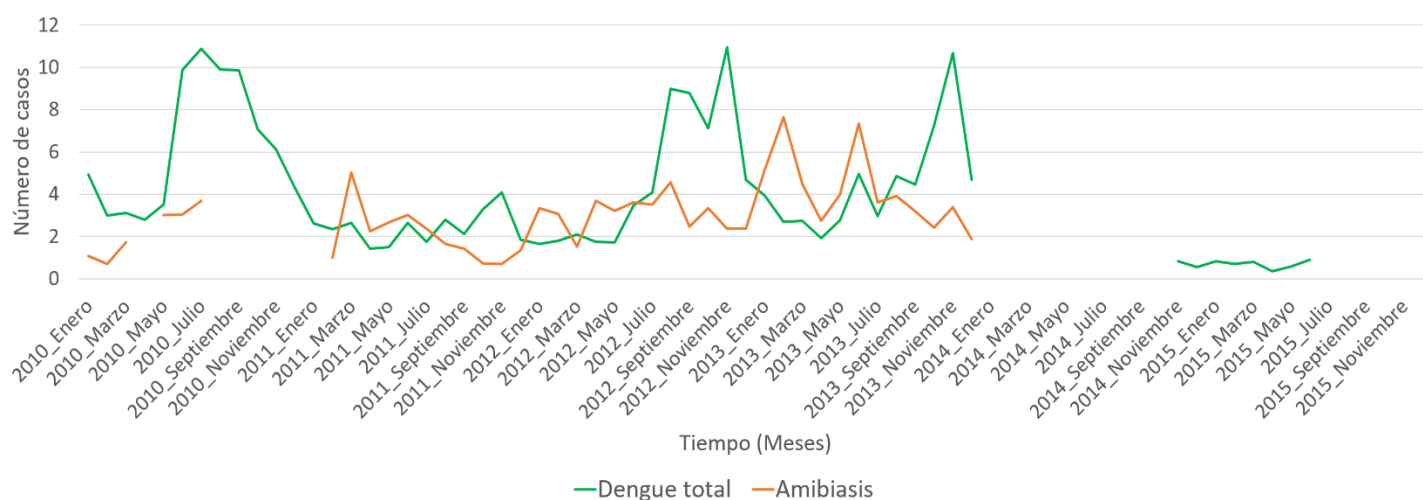


Figura 2.13.b. Distribución de los casos de dengue y amibiasis en el municipio Tovar durante el período 2010 – 2015. Fuente: elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

Al analizar la ocurrencia de los casos de diarreas en el municipio anualmente, podemos observar como en algunos años, específicamente en 2011 y 2012, la mayor ocurrencia de casos se presenta durante los meses de sequía entre enero-marzo, en tanto que, en los años 2010 y 2013, es más fuerte la ocurrencia de casos a inicios en la temporada de lluvias, entre los meses de mayo-junio (Figura 2.14).

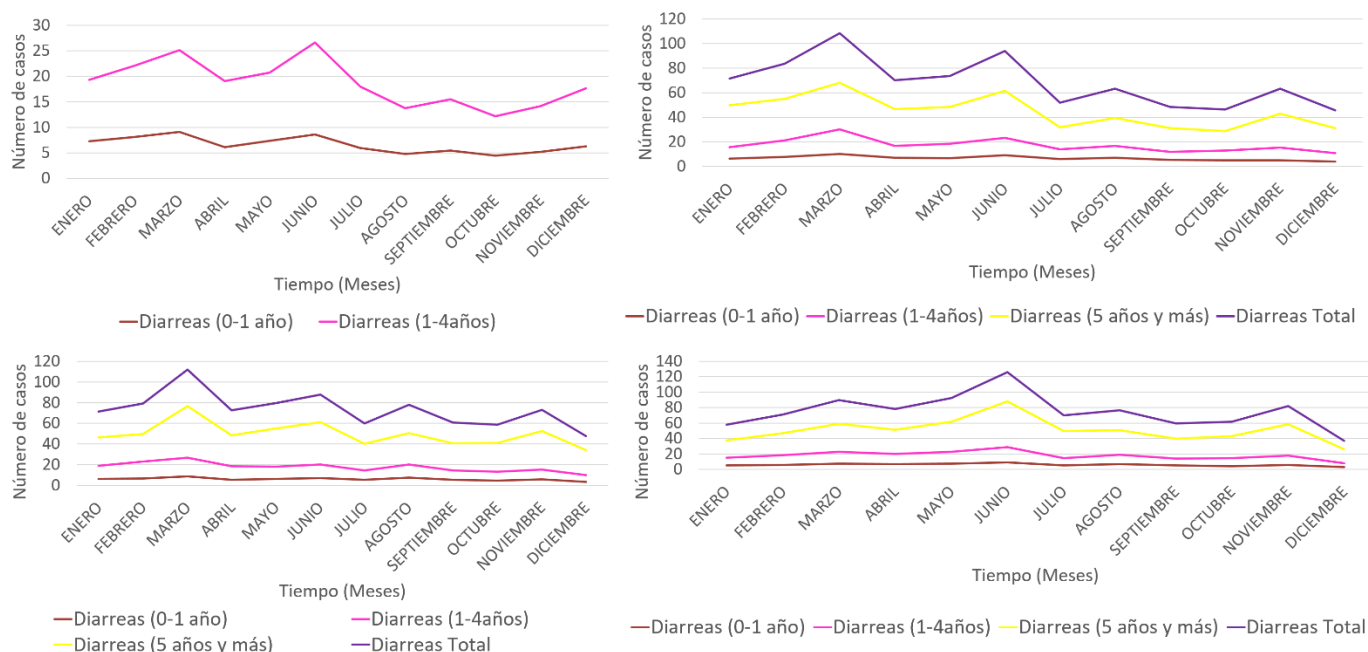


Figura 2.14. Distribución de los casos de diarrea en el municipio Tovar durante los años a) 2010. b) 2011. c) 2012. d) 2013. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016).

En el análisis de la relación entre los casos de dengue y amibiasis, con la variabilidad climática ENSO, observamos solo un acoplamiento relevante durante el evento frío la Niña de intensidad fuerte, entre 2010- 2011, con máximo de casos entre mayo-septiembre de 2010, coincidiendo con la caída del indicador a valores negativos. En el resto de la serie, no se observan asociaciones significativas entre el indicador y los casos de amibiasis o dengue (Figura 2.15.a).

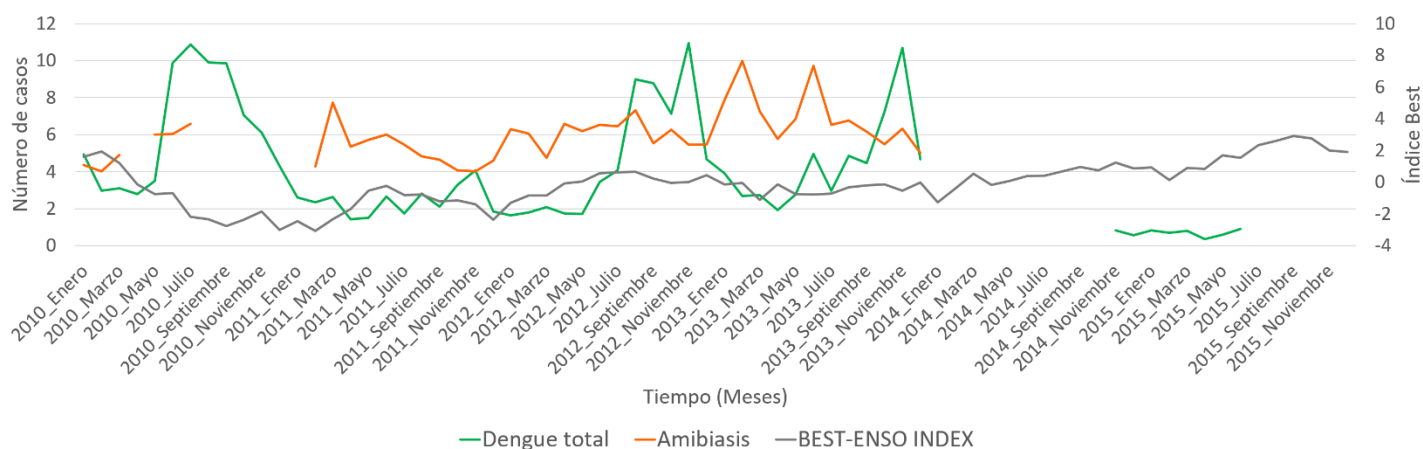


Figura 2.15. a. Relación mensual entre las variaciones del Índice Best- ENSO y la incidencia del dengue y la amibiasis en el período 2010 – 2015 en el municipio Tovar. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y NOAA (2020).

En el análisis de la serie histórica de casos de diarreas en el municipio Tovar y su relación con la variabilidad climática ENSO, observamos 3 máximos de casos, en enero-marzo de 2011, enero-marzo de 2012 y mayo-julio de 2013, que no muestran asociación directa con la variabilidad del indicador, dado que, aunque a veces las curvas se acoplan, el patrón de aumento o disminución de casos no se asocia a momentos específicos de la variabilidad, y tampoco se observa recurrencia, por lo que no podría inferirse a priori una relación directa entre ambas variables (Figura 2.15.b).

La situación es más clara al analizar la serie histórica 2010-2015 de casos diarreicos y la precipitación en el municipio. En este caso sí se observa un fuerte componente estacional en la dinámica de la enfermedad, presentándose ciclos de máximos y mínimos que se repiten a lo largo del periodo analizado, con variaciones de intensidad. Así, durante la temporada de sequía, se repiten máximos de casos de diarreas, en los meses de enero-marzo de 2011, 2012, 2013 y 2015, y un segundo máximo de casos que se presenta durante los meses de mayo-junio, que se repite con variaciones de intensidad, en los años 2011, 2012, 2013, coincidiendo con la entrada de las lluvias (Figura 2.16).

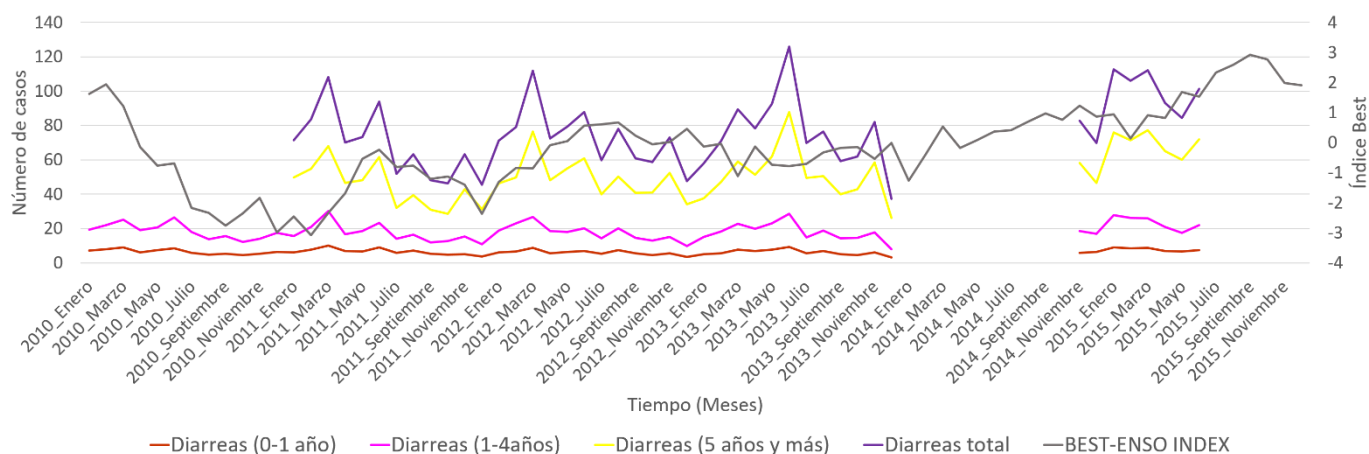


Figura 2.15. b. Relación mensual entre las variaciones del Índice Best- ENSO y la incidencia de las diarreas en el período 2010 – 2015 en el municipio Tovar. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y NOAA (2020).

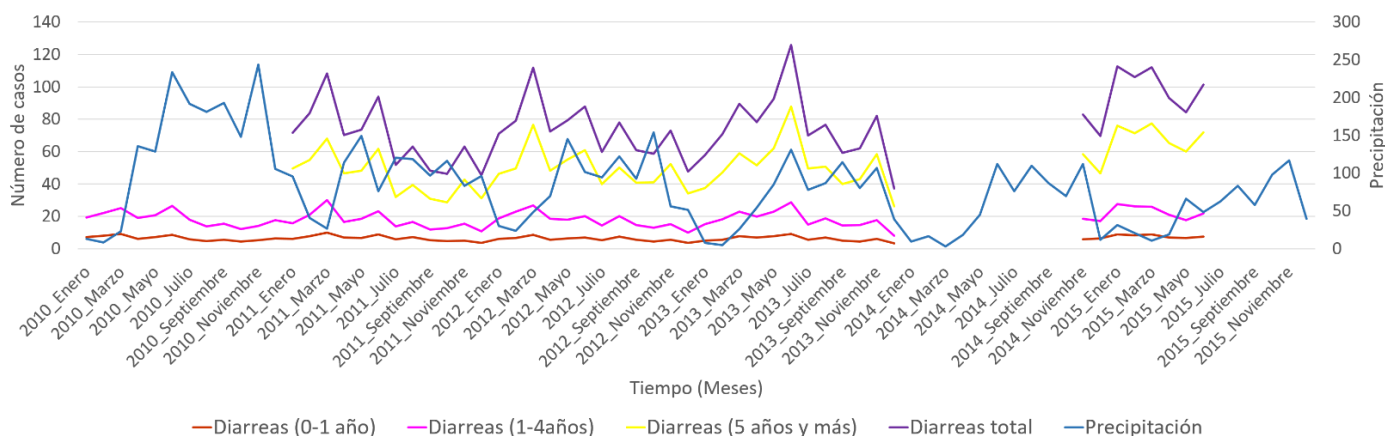


Figura 2.16. Relación mensual entre las variaciones de la precipitación (PP) y la incidencia de las diarreas analizadas en el período 2010 – 2015 en el municipio Tovar. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y WorldClim (2020).

También, en el análisis de la relación entre los registros históricos de precipitación y los casos de dengue y amibiasis, se observa una componente estacional, aunque claramente este no sea el único determinante en la dinámica de estas enfermedades. Así, por ejemplo, entre mayo y septiembre de 2010, se observa un máximo de casos de

dengue, el mayor de la serie histórica, que acompaña también un máximo histórico en la precipitación, y, de la misma forma, disminuciones de los casos entre los meses de enero-marzo, de forma recurrente, en 2010, 2011, 2012 y 2013. Los casos de amibiasis en cambio, 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 (Figura 2.17).

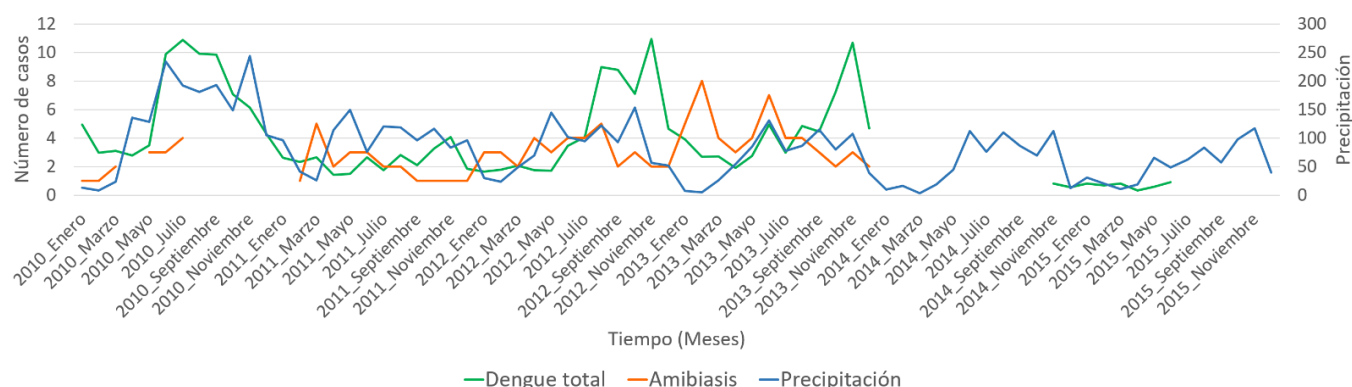


Figura 2.17. Relación mensual entre las variaciones de la precipitación (PP) y la incidencia de la amibiasis y el dengue analizados en el período 2010 – 2015 en el municipio Tovar. Fuente: Elaboración propia, datos: MPPPS (2016) y WorldClim (2020).

2.5 Resumen de resultados del Estudio.

- Los resultados de las evaluaciones realizadas de la relación clima, agua, salud en el municipio Tovar, 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 zonas rurales del municipio Tovar, que no pueden instalar costosos tanques de agua de gran volumen en sus viviendas.
- En el caso de los reportes de diarreas durante el periodo lluvioso, estos 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 ocurre sobre todo al inicio de la temporada lluviosa; pero también, a las deficiencias en los sistemas de potabilización y tratamiento, así como también, a las inundaciones estacionales, que afectan los sistemas de recolección y tratamiento de agua potable.
- Así mismo se pudo determinar del análisis, que los casos de amibiasis en el municipio 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, 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 la serie histórica de casos de dengue y los registros de precipitación en el periodo 2010–2015 en el municipio Tovar, se observa un patrón de ocurrencia de casos de dengue, que presenta una recurrencia de máximos durante el periodo de lluvias, en 2010, 2012 y 2013. También se aprecia una disminución de casos posterior al brote de 2010, entre mediados de 2010, 2011 y el primer trimestre de 2012 posiblemente como resultado de estrategias de saneamiento ambiental y medidas de control del vector.
- La componente estacional de las enfermedades infecciosas de origen hídrico, observada, 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.