

## RELACIÓN ENTRE FACTORES CLIMÁTICOS E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES: PARQUE NACIONAL LAGUNA DE TACARIGUA, VENEZUELA

Climatic factors and diseases incidence relationship:  
Laguna de Tacarigua National Park, Venezuela

Ingrid Márquez<sup>1</sup>\*, Laura Delgado-Petrocelli<sup>1</sup>, Santiago Ramos<sup>1</sup>,  
Víctor Hugo Aguilar<sup>2</sup> y Karenia Córdova Sáez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, <sup>2</sup>Facultad de Humanidades y Educación, Instituto de Geografía y Desarrollo Regional  
Universidad Central de Venezuela. \*ingridmarquez7@gmail.com

### RESUMEN

El Parque Nacional Laguna de Tacarigua (PNLT), es uno de los cinco sitios RAMSAR de Venezuela, sobre él se planteó el objetivo de alcanzar un manejo sustentable que logre la conservación de sus recursos y el bienestar de los pobladores de las comunidades adyacentes que derivan su sustento de los servicios ecosistémicos del parque. Para alcanzar la meta del bienestar de sus pobladores, expresado en el preámbulo del convenio RAMSAR, que contempla al hombre como parte del ecosistema, es necesario garantizar la salud pública bajo el concepto de "Una Sola Salud". El presente trabajo, desarrollado por el componente salud del proyecto que adelanta el IZET en el PNLT, comienza por establecer la relación cuantitativa entre variables climáticas (precipitación y temperatura), con la incidencia de las enfermedades asociadas al agua de consumo, y del humedal en general. Para ello, se realizaron correlaciones estadísticas entre las variables climáticas y los registros de casos de diarreas y dengue en el lapso 2010-2016. La evaluación preliminar muestra que existe una relación entre la incidencia de estas patologías con el ciclo estacional de la precipitación, que dio medianamente significativa, y en algunos años del período estudiado dicha relación resultó inversa. Los resultados sientan las bases para elaborar políticas públicas de vigilancia y control epidemiológico a fin de mantener una baja incidencia de estas enfermedades, dadas las amenazas que enfrenta la calidad del agua del parque, atribuidas a la sedimentación, eutrofización, contaminación y la ausencia de medidas adecuadas para el manejo del recurso.

**Palabras clave:** Calidad de agua, incidencia de enfermedades, Parque Nacional Laguna de Tacarigua, RAMSAR, salud pública.

**Keywords:** Water quality, disease incidence, Laguna de Tacarigua National Park, RAMSAR, public health

### INTRODUCCIÓN

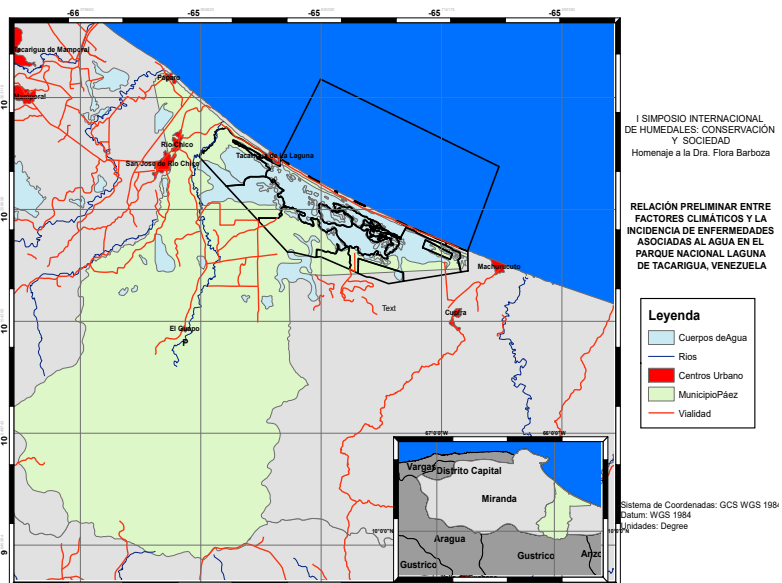
El Parque Nacional Laguna de Tacarigua (PNLT), es uno de los cinco sitios RAMSAR de Venezuela, sobre él se planteó el objetivo de alcanzar un manejo sustentable que logre la conservación de sus recursos y el bienestar de los pobladores de las comunidades adyacentes que derivan su sustento de los servicios ecosistémicos del parque. Para alcanzar la meta del bienestar de sus pobladores, expresado en el preámbulo del convenio RAMSAR, que contempla al hombre como parte del ecosistema, es necesario garantizar la salud pública bajo el concepto de "Una Sola

Salud". El presente trabajo, está desarrollado en el marco del proyecto: Diagnóstico socio-ambiental y propuesta de gestión participativa y sustentable de los recursos ecosistémicos del Parque Nacional Laguna de Tacarigua PNLT, Edo Miranda, Venezuela. Un factor fundamental para lograr esta meta hasta alcanzar un manejo sustentable del humedal es asegurar el bienestar de sus pobladores, tanto en su calidad de vida como en su salud.

Las enfermedades que afectan a los pobladores de este humedal son un eje importante a tomar en cuenta para el logro del bienestar expresado en el convenio RAMSAR. El presente trabajo está dirigido a establecer la relación cuantitativa entre los parámetros climáticos: precipitación y temperatura, con la incidencia de las enfermedades asociadas al agua de consumo en el PNLT, en particular el dengue y las diarreas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El área de estudio comprende el Parque Nacional Laguna de Tacarigua (PNLT). Las estimaciones de las variables y los registros corresponden a toda esa región. La Figura 1 permite observar el mapa del PNLT resaltando los cuerpos de agua, la vialidad y los centros urbanos.



**Figura 1.** Mapa del Parque Nacional Laguna de Tacarigua resaltando los cuerpos de agua, la vialidad y los centros urbanos.

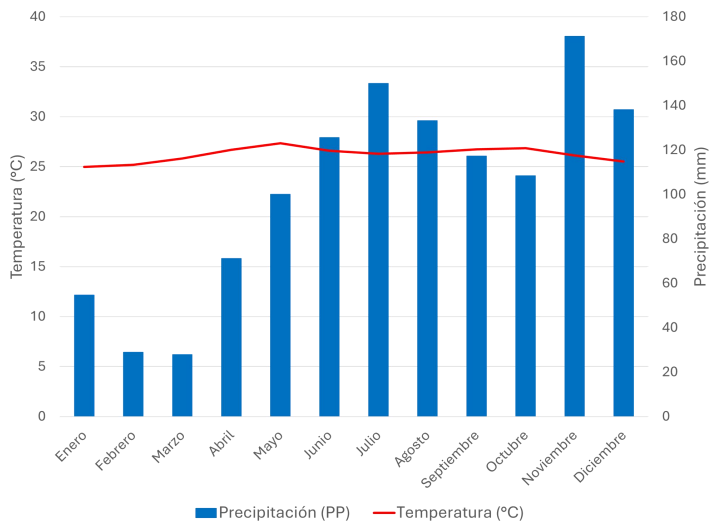
**Métodos.** Los registros de las enfermedades asociadas a la calidad del agua como casos de diarreas y dengue, se obtuvieron de los Boletines Epidemiológicos semanales publicados por el Ministerio del Poder Popular Para la Salud (MPPPS, 2016), que fueron tabulados en una hoja de cálculo Excel, mientras los datos poblacionales se obtuvieron de la página web del Instituto Nacional de Estadística (INE, Censo 2011), y se estimaron para los años 2016 y 2018 a partir de las proyecciones nacionales, las proporciones estatales y el municipio Páez del estado Miranda, donde está localizado el PNLT.

Para establecer la relación con los datos climáticos, se extrajeron capas ráster de precipitación y temperatura del sitio web de WorldClim (WorldClim, 2024). Además, se calcularon los coeficientes de correlación y las correlaciones cruzadas empleando el programa PAST 4.14.

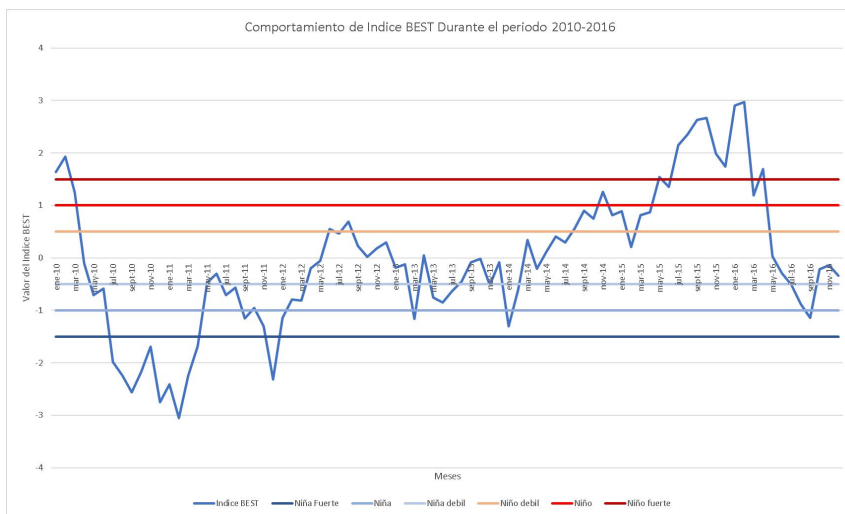
## **RESULTADOS**

El clima en el municipio Páez presenta un patrón bimodal de lluvias, con máximos en los meses de julio y noviembre, y mínimos en febrero y marzo. El período de sequía comprende los meses de enero hasta abril, los cuales están por debajo de 40mm de precipitación. Los valores de temperatura fluctuaron en el período analizado entre los 24.99°C hasta los 27.36°C, este último se corresponde con el mes de mayo, en el cual se encontró el máximo de temperatura. La variación de la temperatura fue de 2.37 °C (Figura 2).

Un indicador que estima la intensidad de la variabilidad climáticas es el índice BEST (Córdova *y col.*, 2009), utilizado en este trabajo para explicar la influencia del ENSO sobre el patrón fluctuante de la precipitación y temperatura, ya que éste comienza con valores altos en los tres primeros meses del año 2010, disminuyendo de forma significativa en el mes de abril, y luego durante ocho periodos consecutivos domina una Niña de intensidad fuerte, que dura hasta abril, posteriormente pasa a fase neutra en mayo y junio de 2011, que se torna en Niña Moderada que se prolonga hasta el mes de marzo 2012, que seguidamente presenta un leve aumento en los meses de junio y agosto cálido (Niño débil) del 2012, y el resto de ese año. El año 2013 fue alternativamente entre neutro y Niño, seguido de dos periodos Niña, enero y febrero del 2014, donde se incrementa su magnitud, y se mantiene entre fase Neutra y Niño, dominando el Niño todo el 2015, que se mantuvo hasta abril de 2016, período denominado “seca extendida”. El 2016 termina con fase neutra (Figura 3). Es interesante apreciar que, durante el período de estudio, las fluctuaciones fueron acentuadas, con una variación que va entre -3.05 hasta +2.97 del valor del índice, lo que indica una influencia del fenómeno global que origina gran variación de las condiciones climáticas locales que tuvo un efecto en la dinámica de la precipitación en la zona de estudio.



**Figura 2.** Climadiagrama del Municipio Páez del estado Miranda en el período 2010-2016. Fuente: WorldClim.

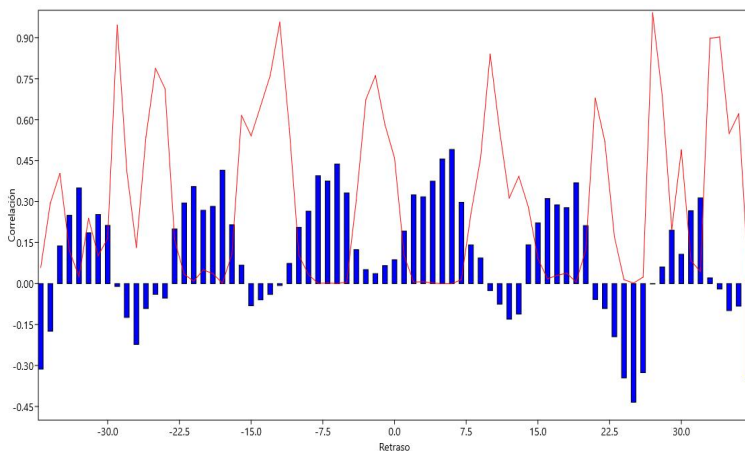


**Figura 3.** Variaciones del índice BEST en el período 2010-2016. Fuente: NOAA.

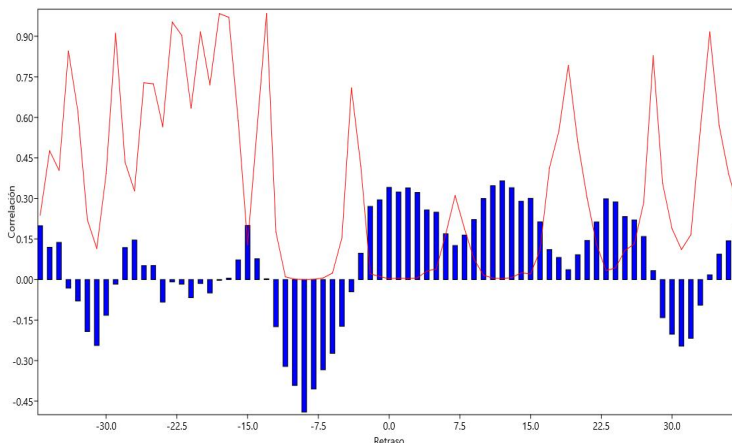
Para evidenciar la relación entre la precipitación y la incidencia del número de casos de las enfermedades asociadas al agua, se procedió a realizar el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson. La enfermedad que presentó mayor relación con la precipitación fue la diarrea. Los datos obtenidos no fueron significativos, indicando que su vínculo es débil, pero al considerar el tiempo como un factor importante dentro del comportamiento de estas variables, se procedió a realizar un análisis de correlación cruzada, con un retraso de un periodo de tiempo.

Como resultado se observa (Figura 4) una relación inversa entre las correlaciones y sus significancias, es decir, si los valores de las barras son altos en magnitud (sin importar el signo del coeficiente), menor es la significancia, y por lo tanto es mayor la relación. Por el contrario, si la magnitud de las barras es bajo, mayor es significancia, y por tanto no existe relación entre las variables. En la misma Figura 4 se observa una recurrencia en los picos de los casos de diarrea durante la temporada de sequía, disminuyendo durante el período lluvioso. En cuanto a la periodicidad, se encontró que hay de 5 a 7 periodos, tanto hacia adelante, como hacia atrás, lo cual coincide con los meses de lluvia, ya que los máximos de precipitación, como se describió antes, se encuentran en los meses de mayo hasta diciembre.

Respecto a la relación entre la precipitación y los casos de dengue, también se hallaron correlaciones bajas, pero significativas. Al igual que en los casos de diarrea, se puede apreciar que existe una periodicidad en la incidencia de los casos de dengue. La estacionalidad se encuentra vinculada a periodos hacia adelante, teniendo sus picos de significancia a los dos y 11 meses, mientras que periodos de 5 a 7 corresponden a uno de los picos de lluvia, aunque los coeficientes son bajos (Figura 5).



**Figura 4.** Correlación cruzada entre la precipitación y los casos de diarrea. Las barras azules representan las correlaciones y la línea roja los valores de significancia.



**Figura 5.** Correlación cruzada entre la precipitación y los casos de dengue. Las barras azules representan las correlaciones y la línea roja la significancia de ellos.

## DISCUSIÓN

Los valores de precipitación mostraron una variación biestacional en la cual el intervalo resultaron ser altos, considerando que el área de estudio es una laguna costera. Respecto a la temperatura, sus cambios fueron bajos, lo que nos indica que el comportamiento es estable durante el período de estudio.

La relación que existe entre la precipitación y los casos de diarrea y dengue es baja, pero se debe considerar que esto se puede atribuir a la falta de reportes de los casos; quizás con más datos los resultados podrían ser más robustos. Sin embargo, se observa una recurrencia en los picos de los casos diarreicos, durante la temporada de sequía, enero-abril, disminuyendo durante el período lluvioso. Los casos de diarreas tienen una correlación cruzada en intervalos de seis o 12 períodos, mientras los casos de dengue tienen una correlación cruzada de dos y 11 períodos, lo cual indica que hay retrasos en la influencia de la estacionalidad con la casuística.

Respecto a la relación de la precipitación con los casos de dengue, también las correlaciones resultaron bajas, pero significativas. Al igual que en los casos de diarrea, existe una periodicidad en la incidencia del dengue en la población. Sin embargo, este comportamiento no sólo puede estar asociado a la frecuencia de la lluvia, sino también con las características del vector de la enfermedad, el mosquito *Aedes aegypti*, que es común o asiduo donde se hallan humanos, el cual está asociado al almacenamiento de agua por parte de las poblaciones, más que a la existencia de cuerpos de agua estacionales relacionados con la precipitación.

Los primeros meses del año, corresponden al período seco, existe un incremento de las reservas de agua en los hogares, multiplicando la cantidad de casos diarreicos por mal manejo de las aguas almacenadas y de los casos de dengue por el aumento de criaderos para el vector, lo que puede originar un aumento sustancial de las poblaciones de los adultos, lo que aumenta la probabilidad de contagios de dengue en los humanos, incrementándose así la incidencia de esta enfermedad metaxénica.

Es recomendable que este comportamiento se pudiera estudiar con registro de los casos de las enfermedades publicados de forma exhaustiva por municipios, y no estimados como los empleados en el presente trabajo, así como series de datos epidemiológica y climática más largas, con la finalidad de obtener resultados más robustos, y sólidos, para establecer programas de control de las enfermedades de forma más eficiente, mejorando la calidad de vida de los pobladores del PNLT.

## **LITERATURA CITADA**

- Córdova K, L. Delgado, J. L. Palacio y V. H. Aguilar. 2009. Análisis de patrones climáticos de eventos ENSO mediante cadenas de Markov y modelos de Grafos. *Revista Acta Científica Venezolana* 60 (1-2): 5-10.
- Boletín Epidemiológico Semanales. 2016. Disponible en: [http://www.mpps.gob.ve/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=43:ano2014&Itemid=915](http://www.mpps.gob.ve/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=43:ano2014&Itemid=915). Consulta: 01 de enero de 2017.
- Instituto Nacional de Estadística (INE, Censo 2011). Disponible en: <http://www.ine.gob.ve>. Consulta: 15 de enero de 2024
- WorldClim, 2024. <https://worldclim.org>. Consulta: 15 de enero de 2024.
- PAST: PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE PACKAGE FOR EDUCATION AND DATA ANALYSIS. Versión 4.16c. <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/> Consulta: 15 de enero de 2024.

