

## ASOCIACIÓN ENTRE LAS VARIACIONES CLIMÁTICAS Y LOS CASOS DE DENGUE EN UN HOSPITAL DE CARACAS, VENEZUELA, 1998-2004\*

Pedro Rifakis I<sup>1</sup>, Nacary Gonçalves C<sup>1</sup>, Wilberto Omaña R<sup>1</sup>, Miguel Manso M<sup>1</sup>, Alberto Espidel G<sup>1</sup>, Alfonso Intingaro R<sup>1</sup>, Odalys Hernández M<sup>1</sup>, Alfonso J. Rodríguez-Morales<sup>2</sup>.

### RESUMEN

**Objetivos:** Demostrar la presencia de asociación entre las variaciones climáticas (variables macro y microclimáticas) con los casos de dengue en el Hospital Pérez de León (HPL) de Caracas, Venezuela, en el período 1998-2004.

**Materiales y métodos:** Se recolectó el registro mensual de los casos confirmados de dengue del Servicio de Epidemiología del HPL. Los datos microclimáticos se obtuvieron del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, las precipitaciones se expresaron en mm de lluvia al mes y la temperatura máxima y mínima extrema de cada mes. Se usaron como índices climáticos el NAO, SOI, ONI de acuerdo con la clasificación de la NOAA, se clasificó en años El Niño y No El Niño (neutrales y La Niña). Para encontrar las asociaciones se usaron modelos de regresión lineal. **Resultados:** Para el período estudiado se registraron un total de 2187 casos confirmados de dengue, media anual de 267,86 casos ( $\pm 371,21$ ). El 2000 fue el año con mayor número de casos (hasta 214 casos/mes), correspondiendo climáticamente con el fenómeno de La Niña. Se observó mayor número de casos durante los años No El Niño (1999, 2000, 2001, 2004) (60,26% más que la media) en comparación con los años El Niño (1998, 2002, 2003) donde se observó disminución en comparación con la media (-67,56%) ( $\chi^2=21,76$ ;  $p<0,01$ ). Los modelos de regresiones lineales encontraron significancia entre dengue y las anomalías en las precipitaciones de Caracas ( $r^2=0,01199$ ;  $F=4,635$ ;  $p=0,0319$ ) y con las temperaturas máximas de Caracas ( $r^2=0,1345$ ;  $F=59,37$ ;  $p<0,0001$ ).

**Conclusiones:** Los resultados reflejan la influencia positiva que tienen las condiciones climáticas (precipitaciones, temperatura y presencia del fenómeno La Niña) sobre la epidemiología del dengue en el este de Caracas, reflejada en el ingreso de pacientes con esta enfermedad en el Hospital Pérez de León de Caracas.

**Palabras Clave:** Dengue / epidemiología; Cambio Climático; Efectos del Clima; Ambiente; El Niño Oscilación Sur; Venezuela (fuente: DeCS BIREME).

### ABSTRACT

**Objectives:** To prove the presence of an association between weather variations (macroclimatic and microclimatic) and dengue fever cases in Perez de Leon Hospital in Caracas, Venezuela, from 1998 to 2004. **Materials and methods:** Monthly records of confirmed dengue fever cases from the Epidemiology Service at Perez de Leon Hospital were collected. Microclimatic data were obtained from the Meteorology Service of the Venezuelan Air Force, rain was expressed as mm per month, and maximal and minimal monthly temperatures were also recorded. NAO, SOI, AND ONI were used as climate indexes, according to NOAA classification, and seasons were categorized as positive or genitive for El Niño phenomenon (the latter were classified as neutral and La Niña). Linear regression models were used for determining the associations. **Results:** For the period studied, 2187 confirmed cases of dengue fever were recorded, the annual mean was 267,86 cases ( $\pm 371,21$ ). The highest case toll was in 2000 (up to 214 cases per month), and this had a climatic correlation with La Niña. Years negative for El Niño had the highest number of cases (1999, 2000, 2001, 2004) (60,26% higher than the mean number of cases) compared with the years where El Niño phenomenon occurred (1998, 2002, 2003), where there was a reduction in the case number compared with the mean values (-67,56%) ( $\chi^2 = 21,76$ ;  $p<0,01$ ). Linear regression models found a statistically significant association between dengue fever and rainfall abnormalities in Caracas ( $r^2= 0,01199$ ;  $F= 4,635$ ;  $p= 0,0319$ ), as well with maximum temperatures recorded ( $r^2= 0,1345$ ;  $F= 59,37$ ;  $p= 0,0001$ ). **Conclusions:** These results show the positive influence of climate conditions (rainfall, temperature, and La Niña phenomenon) upon dengue fever epidemiology in Eastern Caracas, which is reflected in the admission of patients with this disease in Perez de Leon Hospital in Caracas, Venezuela.

**Key Words:** Dengue / epidemimology; Climate change; Climate effects; Environment; El Niño Southern Oscillation (ENSO); Venezuela (Source: DeCS BIREME).

<sup>1</sup> Servicio de Medicina Interna, Hospital Pérez de León. Caracas, Venezuela.

<sup>2</sup> Centro Trujillano de Investigaciones Parasitológicas José Witremundo Torrealba, Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.

\* Trabajo presentado parcialmente en el XII Congreso Panamericano de Infectología (API), Caracas, Venezuela, Mayo 15-18, 2005.

## INTRODUCCIÓN

El dengue es una de las enfermedades virales de mayor impacto a nivel mundial, especialmente en países tropicales como Venezuela, donde su incidencia y consecuencias han sido marcadamente importantes en los últimos diez años<sup>1-3</sup>.

Situación que se ha visto parcialmente explicada en el hecho de tener una importante proporción de epidemias de dengue hemorrágico, sobre todo desde 1989, momento desde el cual ha sido señalado por algunos autores, que la enfermedad se ha vuelto realmente endémica/epidémica en el país<sup>4-7</sup>.

Por estas razones entre los factores estudiados para explicar estos cambios, en lo que se considera una reemergencia de la enfermedad, se incluyen el incremento en la abundancia y distribución geográfica del vector *Stegomyia (Aedes) aegypti*<sup>8</sup>, lo cual se relaciona a su vez con la influencia que sobre esto puede tener la variabilidad climática.

El dengue ocurre fundamentalmente en los países tropicales y subtropicales, pero con predominio urbano, donde el hombre actúa como un gran modificador del entorno, generando condiciones propicias para los criaderos del mosquito.

En este contexto, los cambios climáticos pueden incrementar las condiciones para un aumento en las poblaciones vectoriales, y consecuentemente si las condiciones son propicias, también en la incidencia de la enfermedad; se ha reportado que altas temperaturas debidas al cambio climático, pueden acelerar la transmisión del dengue incluso durante períodos con bajas precipitaciones, ya que en estos ocurre con mayor frecuencia el hábito de acumular agua en contenedores, favoreciendo la existencia de criaderos del vector<sup>9</sup>.

Los resultados de los modelos estudiados indican que el calentamiento global puede traducirse en un incremento latitudinal y altitudinal en el rango del dengue (como ha ocurrido con la malaria)<sup>10,11</sup>, así como en la duración de las temporadas de transmisión en localidades con temperaturas templadas<sup>12-15</sup>.

Un clima inestable predispone a un cambio en la dinámica de la transmisión de las enfermedades metaxénicas, en muchas regiones<sup>16,17</sup>. Por estas razones se ha planteado que el dengue, al igual que la malaria, es una enfermedad con un fuerte impacto producido por los eventos climáticos, en particular de los ciclos ENSO (*El Niño Southern Oscillation*).

Para comprender el fenómeno «El Niño», se debe conocer de la existencia de la corriente «El Niño», la cual es una corriente de aguas cálidas, que se presenta anualmente en el Pacífico Sur, que se dirige de norte a sur y bordea las costas de Ecuador y Perú, generando a finales de año un verano con lluvias.

Así el fenómeno «El Niño», conocido también con el nombre científico de «El Niño - Oscilación del Sur» (ENSO); es un evento a gran escala, que se extiende más allá del Pacífico Sur. El ENSO es el aumento generalizado de la temperatura de la superficie del mar en gran parte del sector oriental y central del Pacífico Ecuatorial, aunque también afecta regiones más distantes. Está asociado con cambios en la presión atmosférica, disminuyéndola en el Pacífico sur oriental (costa de Sudamérica) y aumentándola en Oceanía<sup>18</sup>.

Para determinar su magnitud se usan varios índices, destacando el índice de oscilación del sur (SOI), calculado a partir de la diferencia de presión atmosférica entre el pacífico oriental (Tahití) y el pacífico occidental (Darwin). Si el índice es negativo (fase cálida) genera, aunque no necesariamente, la presencia de «El Niño».

Dada la importancia del estudio del cambio climático global y su efecto en la sociedad, existen muchas agencias encargadas de hacer un seguimiento a la dinámica de dichos factores ambientales. En los sistemas *on line* del Centro de Predicción Climática del Servicio Nacional de Meteorología de los Estados Unidos de América (*National Oceanographic and Atmospheric Administration*)<sup>19</sup>, se pueden observar los episodios El Niño y La Niña por temporada para cada año.

Estos fenómenos climáticos son clasificados por una serie de criterios. Algunos sistemas de clasificación emplean el SOI, en tanto que otros usan la temperatura de la superficie del mar (SST, *Sea Surface Temperature*). Recientemente, se ha establecido una lista «consenso» de años El Niño/La Niña, en torno a la cual se basan los análisis climáticos para el presente estudio<sup>20</sup>.

El impacto de la variabilidad climática en el dengue se ha explicado a través de estudios epidemiológicos, pero sobretudo entomológicos, haciendo comparaciones entre las estaciones secas y las lluviosas, mostrando diferencias positivas significativas hacia éstas últimas, propiciando una mayor transmisión del virus por ende en épocas lluviosas<sup>21</sup>.

Adicionalmente a los índices macroclimáticos (variabilidad climática global) y las precipitaciones, la tem-

peratura y la humedad relativa se han asociado como factores meteorológicos importantes que influyen incrementos en la transmisión del dengue<sup>22</sup>.

Por estas razones se exploró el impacto de las variaciones climáticas (variables macroclimáticas y microclimáticas) y los casos de dengue notificados en un hospital de Caracas, Venezuela, en el período 1998-2004.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

*ÁREA DE ESTUDIO*

Caracas la capital de Venezuela, se encuentra ubicada al norte del país, 10° 22' 45" LN – 10° 38' 00" LN, 66° 18' 30" LO – 67° 24' 15" LO (Figura 1.A). Localizada en un valle dentro del sistema montañoso de la costa, conformado por una estrecha área costera de aproximadamente unos 160 km de largo. Paralela a la línea del mar hacia el sur se levanta el área montañosa denominada serranía del litoral, la cual alcanza altu-

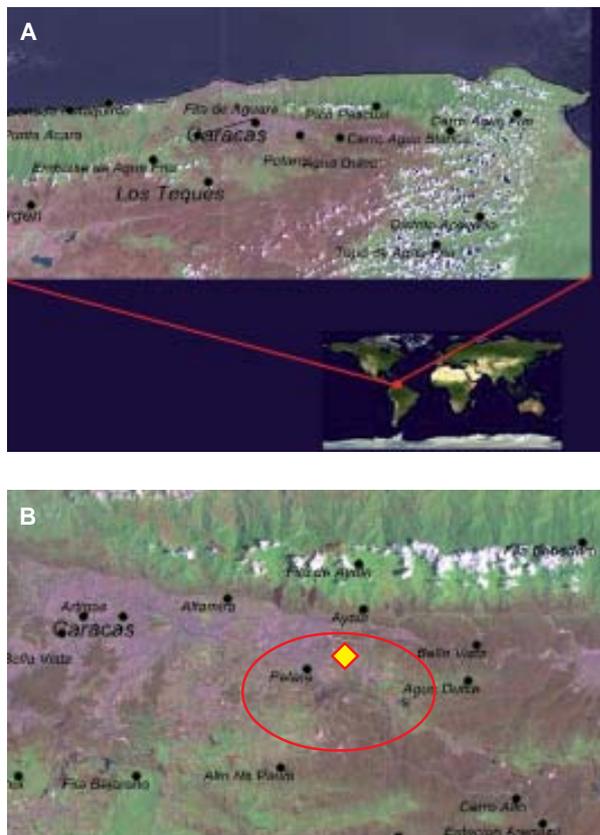
ras superiores a los 2000 msnm. Entre esta serranía se encuentra un valle alto (900 msnm), en él se ha emplazado la parte central de la ciudad de Caracas.

Una gran proporción de la superficie de la ciudad se encuentra dominada, según la clasificación climática de Köppen, por un clima de estepa (Bs) que se caracteriza por su sequedad, debido a que en la mayor parte de los períodos del año la evaporación supera las precipitaciones; pero existe otra proporción de la superficie terrestre correspondiente a un clima de sabana (Aw), caracterizado por la presencia de un período lluvioso y otro seco, representativo de la ciudad de Caracas y las sierras, donde se puede ubicar la parroquia de Petare, Municipio Sucre, donde se encuentra el Hospital Pérez de León (hospital general) al este de Caracas (Figura 1.B) donde habitan individuos en su mayoría de escasos recursos económicos, pertenecientes principalmente a los estratos socioeconómicos IV y V (clasificación de Graffar modificada por Méndez-Castellanos)<sup>23</sup>.

Las condiciones ecológicas (rango de promedio en las precipitaciones superior a los 900 mm/año; rango de temperatura promedio: 20,7 - 25,6 °C) son propicias para el desarrollo biológico de *Ae aegypti* y otros insectos, por lo cual, tanto en Caracas, como en otras regiones del país se han implementado actividades educativas para modificar los hábitos sociales que se asocian con el incremento de criaderos antropogénicos del vector del dengue<sup>24</sup>.

La población de Caracas Metropolitana es de 2 073 768 personas en 22 parroquias del municipio Libertador (con una superficie total de 1930 km<sup>2</sup>) así como cuatro municipios metropolitanos compartidos con el estado Miranda, uno de los cuales es el municipio Sucre donde habitan 500 868 habitantes. Más de 80% de dicha población vive en barrios de escasos recursos con acceso irregular al agua, una gran falta de saneamiento ambiental, con gran dificultad para el acceso de maquinarias (son cerros sin vías o carreteras, en su mayoría sólo tienen acceso peatonal).

La incidencia comparada del dengue en Caracas con otras ciudades muestra que en los últimos diez años (1995-2005) la capital del país se ha ubicado entre las primeras diez ciudades con mayor número de casos y tasa poblacional. El dengue es la única enfermedad metaxénica viral reconocida en la zona. En las zonas periféricas de Caracas existen zonas de leishmaniosis cutánea. No se reconoce transmisión ni casos autóctonos de fiebre amarilla o malaria.



**Figura 1. A.** Ubicación de Caracas (y localidades vecinas), Venezuela. **B.** Localización del barrio de Petare y del Hospital Pérez de León (rombo).

### DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

Se obtuvieron sistemáticamente los registros epidemiológicos de dengue del Servicio de Epidemiología del Hospital Pérez de León (HPL), los cuales reflejan los casos evaluados clínica, epidemiológica y laboratorialmente en la institución, incluyendo un detallado interrogatorio y la toma de muestras para serología y aislamiento viral (confirmados en la Sección de Aislamiento e Identificación Viral del Instituto Nacional de Higiene, Centro de Referencia Nacional en Dengue). Se registraron la totalidad de casos de dengue mensuales, de enero de 1998 a diciembre de 2004.

Los casos de dengue fueron inicialmente diagnosticados en forma clínica y clasificados en dengue clásico o dengue hemorrágico, de acuerdo con los criterios de la Organización Mundial de la Salud. Para el análisis estadístico se consideraron los casos confirmados. En el registro de cada caso se consideró la fecha de diagnóstico inicial de la enfermedad.

### DATOS CLIMÁTICOS

Se obtuvo del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, los datos meteorológicos (precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas), tanto global como regional, los cuales se registraron en forma mensual, la data regional corresponde con información del Observatorio Cajigal, la principal estación meteorológica de Caracas. Las precipitaciones se expresan en mm de lluvia caída por mes, en tanto que las temperaturas máximas y mínimas, corresponden con los registros extremos expresados en °C para cada mes.

Se usaron clasificaciones de las condiciones climáticas y de los fenómenos de anomalías meteorológicas de acuerdo con la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA)<sup>19</sup>, así como los índices climáticos NAO (*North Atlantic Oscillation*), SOI (*Southern Oscillation Index*) y ONI (*Oceanic Niño Index*), para verificar si existían asociaciones entre el clima y la incidencia del dengue informada en el período.

Para este estudio, los eventos climáticos fueron clasificados de acuerdo con la NOAA en: El Niño, débil, moderado y fuerte; Neutral (sin expresión de El Niño o La Niña); y La Niña, débil, moderada y fuerte; usando además los índices NAO, SOI y ONI como indicadores de la variabilidad climática global.

El NAO, es el modo dominante de variabilidad climática de invierno en la región atlántica por encima del Ecuador, cuando este índice es positivo (valores >0,0) se expresan centros de presión subtropicales mayores que los habituales resultando en tormentas invernales más fuertes a lo largo del océano Atlántico, esto se traduce como vientos más cálidos y húmedos en Europa y más fríos y secos en América; en tanto que valores negativos (<0,0) expresan lo inverso, tormentas invernales en el océano Atlántico débiles, y vientos menos fríos y secos para América que en su fase positiva<sup>25</sup>.

En el caso del SOI valores negativos indican la presencia de episodios de El Niño<sup>26</sup>, en tanto que los positivos indican La Niña, lo cual se traduce en el norte de Venezuela (donde se encuentra ubicada Caracas) como incrementos en las precipitaciones<sup>27</sup>.

Finalmente, el ONI es el índice usado por NOAA<sup>19</sup>, para identificar los eventos El Niño y La Niña en el Pacífico tropical. Se basa a su vez en la anomalía de la SST promedio trimestral para la región de El Niño 3.4 (5° LN – 5° LS, 120° LO – 170° LO)<sup>28</sup>. Los eventos El Niño se definen como cinco meses consecutivos con anomalías por encima de los 5<sup>0</sup><sup>28</sup>. Los eventos, de acuerdo con este índice se pueden clasificar, como la NOAA lo hace<sup>19</sup> en: eventos débiles (con una anomalía de 0,5 a 0,9° en la SST), moderados (1,0 a 1,4) y fuertes (>1,4)<sup>28</sup>.

Los datos históricos de las clasificaciones NOAA y los índices NAO, SOI, ONI fueron obtenidos de las bases de datos macroclimáticas de NOAA, de *Golden Gate Weather Services* y de la Universidad de Columbia, disponibles *on line*<sup>19,20,25,28</sup>.

De acuerdo con la clasificación anual de eventos macroclimáticos, para el período de estudio (1998-2004), correspondieron con años El Niño: 1998, 2002 y 2003; años La Niña (1999, 2000, 2001) y años Neutrales (2004), se consideró como años No El Niño a la suma de los años La Niña y Neutrales<sup>20</sup>.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

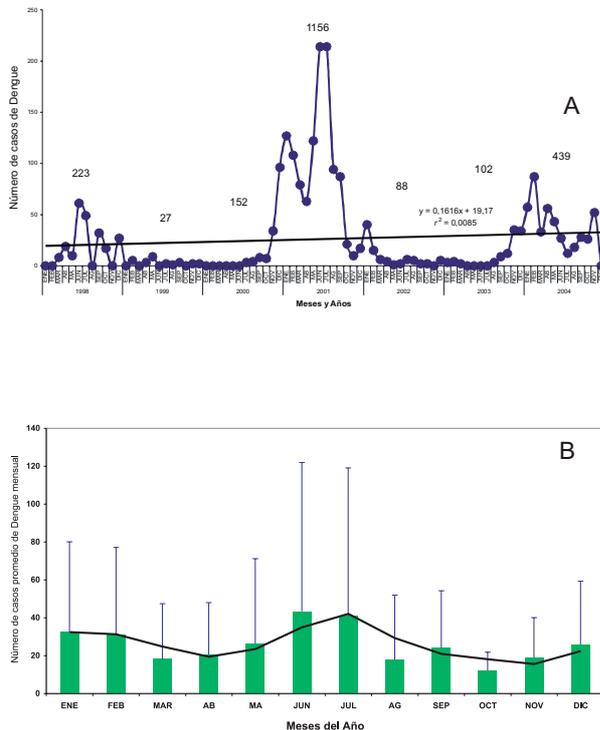
Una vez obtenidos datos climáticos y epidemiológicos, fueron llevados a una base de datos bajo *Microsoft Access* y *Excel*, en formato estandarizado, con la misma base temporal para los análisis estadísticos. Para ello se usaron los paquetes estadísticos SPSS 10,0, Epi Info 6,0 y *GraphPad Prism* 4.0, haciendo comparaciones y correlaciones cruzadas, así como modelos de regresión lineal; todas las pruebas se realizaron con un nivel de confianza de 95%, *p* significativa <0,05.

**RESULTADOS**

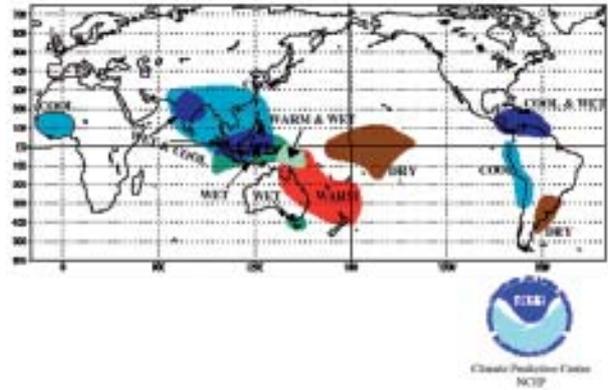
Para el periodo estudiado se registraron en el HPL un total de 2187 casos de dengue, 1875 (85,7%) de dengue clásico y 312 (14,3%) de dengue hemorrágico; con una media anual de 267,86 casos ( $\pm 371,21$  casos/año) y una media mensual de 14,2 casos/mes ( $\pm 41,05$ ) (rango 0-214 casos) (Figura 2.A).

El año donde se notificaron el mayor numero de casos fue el 2001 hasta con 214 casos/mes (en los meses de junio y julio) (Figura 2.A), con un total de casos acumulados de 1156 casos para dicho año (Figura 2.A).

Al calcular el ciclo mensual de los casos de dengue reportados en el HPL en el período estudiado, se aprecia que el mayor número de casos se producen en los meses de junio y julio (43,4 y 40,9 casos en promedio), en los cuales para el período estudiado se acumularon 590 casos, lo que representa 26,98% del total (Figura 2.B).



**Figura 2. A.** Casos de dengue por meses y años en el Hospital Pérez de León, Caracas, Venezuela, 1998-2004 (se muestra la curva de tendencia lineal). **B.** Ciclo anual de los casos mensuales de dengue en el Hospital Pérez de León, Caracas, Venezuela, 1998-2004 (se muestra la línea de tendencia media móvil con 2 periodos; barras delgadas: desviación estándar).



**Figura 3.** Mapa global de las relaciones con los eventos La Niña para los meses de junio - agosto, donde se aprecia la tendencia al incremento en las precipitaciones (en azul oscuro) en el norte de Sudamérica.

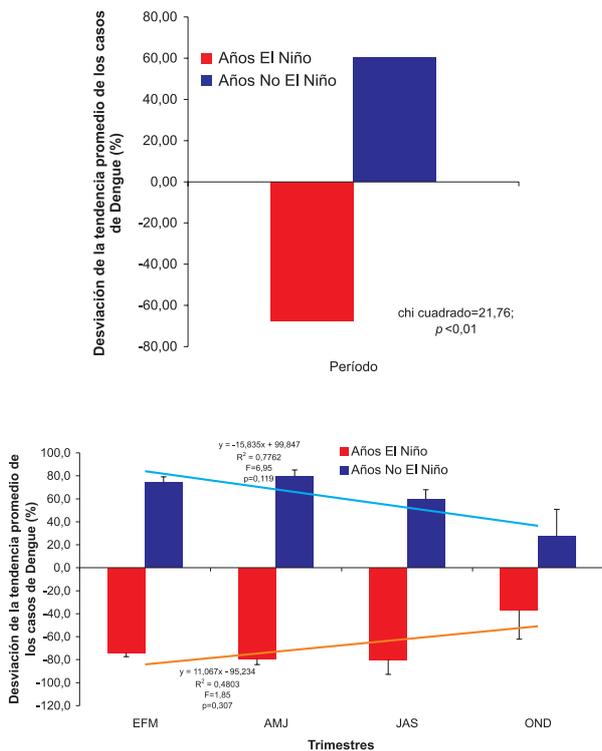
Los años 2000 y 2001 correspondieron climáticamente con el fenómeno de La Niña, que se traduce en un incremento en las precipitaciones, particularmente en los meses de junio a agosto (Figura 3).

Al comparar la incidencia del dengue durante los años No El Niño y El Niño, se observó una mayor incidencia del dengue en los primeros (60,26% más que la media) en comparación con los segundos, donde se observó disminución en comparación con la media (-67,56%) ( $c^2=21,76$ ;  $p<0,01$ ) (Figura 4.A), siendo aun mayores las diferencias durante los dos primeros trimestres de los años en comparación (Figura 4.B).

A pesar de esto, los modelos de regresiones lineales no encontraron significancia entre dengue y clima con los índices NAO, SOI y ONI, tampoco con las temperaturas mínimas ( $p>0,05$ ), pero sí con las anomalías en las precipitaciones de Caracas ( $r^2=0,01199$ ;  $F=4,635$ ;  $p=0,0319$ ) (Figura 5.A) y con las temperaturas máximas de Caracas ( $r^2=0,1345$ ;  $F=59,37$ ;  $p<0,0001$ ) (Figura 5.B).

**DISCUSIÓN**

Los resultados muestran asociaciones entre las condiciones climáticas y la epidemiología del dengue en el este de Caracas, reflejado en el ingreso de pacientes con esta enfermedad en un hospital, hecho similar a lo que se ha visto en otros países como Barbados<sup>29</sup>, Tailandia, Puerto Rico<sup>30</sup>, Argentina, entre otros<sup>31</sup>; donde las variaciones climáticas influyen en la incidencia del dengue.



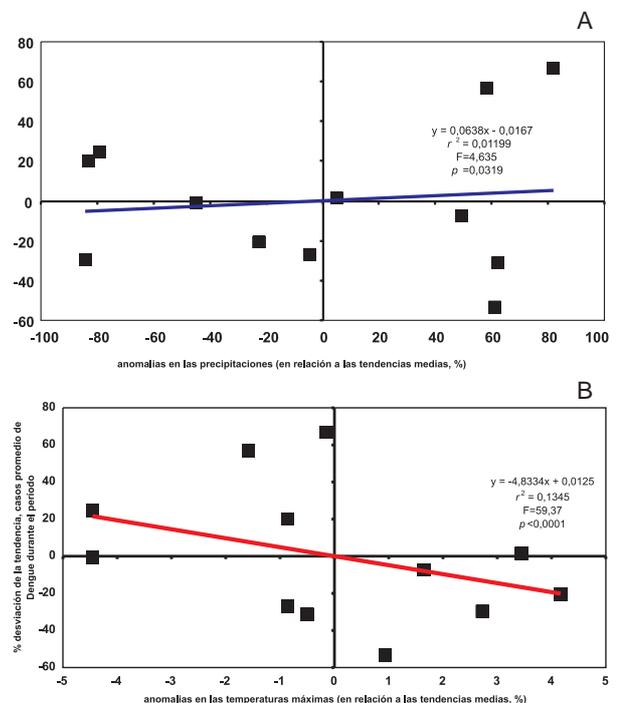
**Figura 4. A.** Comparación de la desviación porcentual en casos de Dengue en relación con los años El Niño y No El Niño, Hospital Pérez de León, Caracas, Venezuela, 1998-2004. **B.** Comparación de la desviación porcentual en casos de dengue en relación con los años El Niño y No El Niño por Trimestres, Hospital Pérez de León, Caracas, Venezuela, 1998-2004.

En nuestra serie se encontró una asociación significativamente positiva entre la incidencia del dengue y el fenómeno de La Niña, así como su traducción en las precipitaciones, a mayores precipitaciones, mayor incidencia de la enfermedad (Figura 5a). En forma inversa se encontró una relación negativa entre la incidencia de la enfermedad y las temperaturas máximas notificadas para la ciudad, donde a mayores temperaturas menor incidencia de la enfermedad (Figura 5b). Adicionalmente a esto, hubiese sido de interés conocer la posible relación con la humedad relativa, pero no pudieron tenerse datos concernientes a esta variable climática.

Estos resultados explican en parte la existencia de condiciones ambientales favorables (muchas veces con un fuerte factor o componente social)<sup>32</sup> para la reproducción del *Ae. aegypti*, en el contexto del llamado cambio climático urbano<sup>9</sup>. En la zona de estudio este es el único vector de importancia en salud pública y no existen otras enfermedades metaxénicas virales. Este es el punto de partida de muchos estudios que se

vienen realizando al respecto y que llaman la atención sobre la posible emergencia y reemergencia de enfermedades tropicales en zonas urbanas, por la modificación de las condiciones ambientales<sup>33</sup>. Desafortunadamente aun no se ha llevado a cabo un estudio en la zona que demuestre el aumento de poblaciones de *Ae. aegypti* y su importancia en la epidemiología del dengue.

En Venezuela, a nivel nacional, se trató previamente de hacer correlaciones, pero aún cuando estas fueron limitadas en cuanto a la serie de tiempo y la gran dispersión espacial, encontraron inicialmente asociación entre las precipitaciones y la incidencia nacional del dengue<sup>34</sup>. Estudios previos en malaria han encontrado una asociación significativa entre la variabilidad climática y la incidencia de la enfermedad, encontrándose incluso un estudio similar en el cual se evaluó la influencia de la variabilidad climática sobre la incidencia de la malaria en un hospital de la región nororiental de Venezuela (endémica para la enfermedad), encontrando una mayor incidencia cuando existían condiciones climáticas tendientes a La Niña y mayores precipitaciones<sup>35</sup>, tal como se observó en nuestra serie, pero en el mencionado estudio sólo fueron estudiados dos años de incidencia, en tanto que en esta serie se evalúan siete años.



**Figura 5.** Scatter plot entre las desviaciones de la tendencia media de casos de Dengue, Hospital Pérez de León, Caracas, Venezuela, 1998-2004; y las anomalías en las precipitaciones de Caracas (A) o las anomalías en las temperaturas máximas de la ciudad (B).

Experiencias similares en otras enfermedades metaxénicas en el país hacen pensar en la necesidad del trabajo interdisciplinario en el estudio de las interacciones entre los procesos atmosféricos y los organismos vivos (plantas, animales y humanos)<sup>36,37</sup>, en particular en el ámbito de la salud humana y la salud ambiental<sup>17</sup>. Es necesario además acotar que dichas interacciones también incluyen los factores antrópicos y demográficos<sup>38</sup>, que no deben ser desestimados, y aún cuando no fueron objeto del presente estudio, son de gran importancia y deben ser considerados en nuestro contexto, dado que la zona de donde proceden los pacientes con dengue tiene condiciones socioeconómicas que se han también asociado con una mayor incidencia de la enfermedad<sup>32</sup>.

Por estas razones hay autores que han indicado el papel dual de los factores socioeconómicos y climáticos cambiantes en la reemergencia e incluso emergencia de diversas enfermedades metaxénicas y zoonóticas, incluyendo virosis emergentes no sólo como el dengue<sup>32</sup>, sino también como la Influenza aviar, enfermedad por virus nipah y síndrome respiratorio agudo severo (SRAS), en Asia<sup>38-40</sup>.

Finalmente, estos resultados indican claramente un peso importante de la variabilidad climática sobre la dinámica epidemiológica del dengue, reflejada en la incidencia de la enfermedad en una institución hospitalaria de un centro urbano en Latinoamérica, donde se observó que una mayor tendencia a climas lluviosos (con los eventos La Niña) se asocia con mayor número de casos de dengue y contrariamente climas secos cálidos, con una menor incidencia.

A raíz de estos hallazgos, se indica la necesidad de profundizar los estudios que expliquen, la generación de epidemias y su asociación con factores climáticos, para a través de nuevas herramientas y concepciones ecoepidemiológicas (que también deben ser visualizadas en el contexto epidemiológico hospitalario)<sup>17</sup>, diseñar planes de control, prevención y detección temprana que pueden usar la predicción del clima para ayudar a manejar en mejor forma el problema de salud pública que representa el dengue.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbella RA, Rodríguez AJ, Lakatos MI, Landaeta K, Alex R, Vargas JA.** Epidemiological situation of dengue in Venezuela – 1999. In: 17<sup>th</sup> Clinical Virology Symposium and Annual Meeting Pan American Society for Clinical Virology. Florida, EEUU: PASCV; 2001. T52.
- Vargas J, Barbella R, Rodríguez A.** Update on epidemiological situation of dengue in Venezuela, 2001-2002. J Clin Virol 2003; 27(Suppl 1): 25.
- Rodríguez AJ, Barbella R, Gutiérrez G, Blanco JJ.** Evolution of dengue epidemics in Venezuela, 1994-2003. In: 20<sup>th</sup> Clinical Virology Symposium and Annual Meeting Pan American Society for Clinical Virology. Florida, EEUU: PASCV; 2004. TM13.
- Barrera R, Delgado N, Jiménez M, Valero S.** Eco-epidemiological factors associated with hyperendemic dengue haemorrhagic fever in Maracay city, Venezuela. Dengue Bull 2002; 26: 84-95.
- Abreu M, Villalobos I, Romero I.** Dengue hemorrágico en el estado Aragua. Bol Soc Venez Infect 1990; 1(1): 37-8.
- Pan American Health Organization.** Dengue hemorrhagic fever in Venezuela. Epidemiol Bull 1990; 11(2): 7-9.
- Barrera R, Delgado N, Jimenez M, Villalobos I, Romero I.** Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. Rev Panam Salud Publica 2000; 8(4): 225-33.
- Reinert JF, Harbach RE, Kitching IJ.** Phylogeny and classification of *Aedini* (Diptera: Culicidae), based on morphological characters of all life stages. Zoological J Linnean Soc 2004; 142(3): 289-368.
- Sutherst RW.** Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. Clin Microbiol Rev 2004; 17(1):136-73.
- Benítez JA, Rodríguez A, Sojo M, Lobo H, Villegas C, Oviedo L, et al.** Descripción de un brote epidémico de malaria de altura en un área originalmente sin malaria del Estado Trujillo, Venezuela. Bol Malariol Salud Ambiental 2004; 44(2): 93-100.
- Benítez J, Rodríguez AJ.** Malaria de Altura en Venezuela ¿Consecuencia de las variaciones climáticas? CIMEL: 2004; 9(1): 27-30.
- Deubel V, Rodhain F.** Climate variations and dengue fever: direct and indirect impacts. Med Malad Infect 1999; 29(5): 289-95.
- Focks DA, Daniels E, Haile DG, Keesling JE.** A simulation model of the epidemiology of urban dengue fever: literature analysis, model development, preliminary validation, and samples of simulation results. Am J Trop Med Hyg 1995; 53(5): 489-506.
- Jetten TH, Focks DA.** Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. Am J Trop Med Hyg 1997; 57(3): 285-97.
- Martens WJM, Jetten TH, Focks DA.** Sensitivity of malaria, schistosomiasis and dengue to global warming. Climatic Change 1997; 35(2):145-6.
- Rodríguez Morales AJ, Cárdenas R, Sandoval C, Baptista G, Jaimes E, Mendoza JG, et al.** Medio ambiente y protozoosis sistémicas: I. Variabilidad climática y su efecto en la malaria. Academia 2004; 2(1): 26-32.
- Rodríguez-Morales AJ.** Ecoepidemiología y epidemiología satelital. Nuevas herramientas en el manejo de problemas de salud pública. Rev Peru Med Exp Salud Publica 2005; 22(1): 54-63.

18. **Perú, Ministerio de Agricultura [página de internet].** La problemática del fenómeno El Niño. Lima: Ministerio de Agricultura. [Fecha de acceso: marzo del 2004]. Disponible en: [http://www.portalagrario.gob.pe/el\\_nino2.shtml](http://www.portalagrario.gob.pe/el_nino2.shtml).
19. **Climate Prediction Center [página de internet].** Maryland: National Weather Center, National Centers for Environmental Prediction, Climate Prediction Center [Fecha de acceso: noviembre de 2004]. Disponible en: <http://www.cpc.noaa.gov>
20. **Null J [página de internet].** El Niño & La Niña Years: A Consensus List. California: Golden Gate Weather Services. [Fecha de Acceso: marzo del 2004]. Disponible en: <http://ggweather.com/enso/years.htm>.
21. **Chadee DD.** Observations on the seasonal prevalence and vertical distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in urban high-rise apartments in Trinidad, West Indies. *J Vector Ecol* 2004; 29(2): 323-30.
22. **Chakravarti A, Kumaria R.** Eco-epidemiological analysis of dengue infection during an outbreak of dengue fever, India. *Virologia* 2005; 2: 32
23. **Venezuela, Ministerio del Ambiente y El Nacional.** Distrito Federal. En: Atlas Práctico de Venezuela. Caracas: Ministerio del Ambiente y El Nacional; 2002. p. 3-10.
24. **Arria M, Rodríguez AJ, Rojas JG, Herrera M, Toro J, Benítez J.** Educative activity impact on dengue prevention at scholar level, Sucre, Venezuela. *Int J Infect Dis* 2004; 8(Suppl 1): S119.
25. **Lamont-Doherty Earth Observatory (LDEO) [página de internet].** North Atlantic Oscillation (NAO). New York: The Earth Institute at Columbia University [Fecha de acceso: diciembre del 2004]. Disponible en: <http://www.ldeo.columbia.edu>
26. **Australian Government Bureau of Meteorology [página de internet].** Southern Oscillation Index (SOI). Canberra: Australian Government Bureau of Meteorology [Fecha de acceso: diciembre del 2004]. Disponible en: <http://www.bom.gov.au>
27. **Córdova K [página de internet].** Impactos socio-ambientales de la variabilidad climática. Las sequías en Venezuela. Buenos Aires: Ecoportal [Fecha de acceso: noviembre del 2004]. Disponible en: URL: <http://www.ecoportal.net/articulos/climatica.htm>.
28. **Null J [página de internet].** Historic Oceanic Niño Index (ONI) & El Niño Winter & Spring Impacts on United States Weather Patterns. California: Golden Gate Weather Services. [Fecha de Acceso: octubre del 2004]. Disponible en: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>
29. **Depradine C, Lovell E.** Climatological variables and the incidence of dengue fever in Barbados. *Int J Environ Health Res* 2004; 14(4): 429-41.
30. **Scott TW, Amerasinghe PH, Morrison AC, Lorenz LH, Clark GG, Strickman D, et al.** Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: blood feeding frequency. *J Med Entomol* 2000; 37(1): 89-101.
31. **Zell R.** Global climate change and the emergence/re-emergence of infectious diseases. *Int J Med Microbiol* 2004; 293(Suppl 37):16-26.
32. **Nagao Y, Thavara U, Chitnumsup P, Tawatsin A, Chansang C, Campbell-Lendrum D.** Climatic and social risk factors for *Aedes* infestation in rural Thailand. *Trop Med Int Health* 2003; 8(7): 650-59.
33. **Hales S, de Wet N, Maindonald J, Woodward A.** Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet* 2002; 360(9336): 830-34.
34. **Daza V, Camacho I, López I, Frías J, Barbella R, Rodríguez AJ.** Correlación de pluviometría con la incidencia del dengue en el segundo semestre del 2002 en Venezuela. En: Libro de resúmenes del XVIII Congreso Científico Internacional FELSOCEN, XV Congreso Científico Nacional ABOLSCEM. La Paz: FELSOCEN; 2003. p28. CL-095.
35. **Rodríguez AJ, Sánchez E, Delgado L, Córdova K, Arria M, Vargas M, et al.** Influencia de la variabilidad climática sobre el número de ingresos por malaria en el Hospital Santos Anibal Dominici, Carúpano, Sucre. En: XLI Reunión Científica Nacional sobre Salud Militar - Coloquio Médico del Hospital Militar Carlos Arvelo. Caracas, Venezuela, 4-11 Junio 2004. Resumen N° CM - 140.
36. **Delgado L, Córdova K, Rodríguez AJ.** Epidemiological impact of climatic variation on malaria dynamics in a northeastern region of Venezuela. *Int J Infect Dis* 2004; 8(Suppl 1): S23-24.
37. **Delgado L, Córdova K, Rodríguez A.** Utilidad de los sensores remotos climáticos en la prevención y diagnóstico de condiciones ambientales asociadas a la dinámica de enfermedades tropicales: La malaria en el estado de Sucre, Venezuela. En: XI Simposium de la Sociedad Especialistas Latinoamericana en Percepción Remota (SELPER). Santiago de Chile: SELPER; 2004.
38. **Chastel C.** Émergence de virus nouveaux en Asie: les changements climatiques sont-ils en cause? *Med Mal Infect* 2004; 34(11): 499-505.
39. **Kovats RS, Bouma MJ, Hajat S, Worrall E, Haines A.** El Niño and health. *Lancet* 2003; 362(9394): 1481-89.
40. **Chastel C.** Incidence des changements climatiques planétaires sur les arboviroses transmises à l'homme par des moustiques et des tiques. *Bull Acad Natl Med* 2002; 186(1): 89-101.

---

**Correspondencia:** Pedro M. Rifakis. Servicio de Medicina Interna, Hospital Perez de León. Caracas, Venezuela.  
 Dirección: Parque Residencial La Tahonera. Torre A, dpto 7-B. Urb. La Tahona, Calle Principal. Caracas 1083, Venezuela.  
 Teléfono: +58-212-945-05-12. Fax: +58-212-239-79-65.  
 Correo electrónico: pedrorifakis\_md@yahoo.com