

# ACADEMIA

REVISTA PERIODICA, AÑO 2, ABRIL-JUNIO 2004, No. 05, ISSN: 1690-3226



*Nuestra historia a  
zancadas de 50 años*

*E curPatología placentaria  
en malaria*

Vicente Victo Luis Ramón de Súcre Urbaneja y  
Pardo : Síntesis de su acontecer existencial



Núcleo Universitario Rafael Rangel  
Biblioteca "Aguiles Nazoa"  
Trujillo - Venezuela

# MEDIO AMBIENTE Y PROTOZOOSIS SISTEMICAS

## I. Variabilidad Climática y su Incidencia en la Malaria

Alfonso J. Rodríguez Morales, M.D.,<sup>1,2\*</sup> Rocio Cárdenas, Bacteriol.B.Sc.,<sup>2</sup>  
 Claudia Sandoval, Biol.B.Sc.,<sup>2</sup> Gerardo Baptista, Pharm.D.,<sup>2</sup> Edgar Jaimes, Ph.D.,<sup>3</sup>  
 José Gregorio Mendoza, M.Sc.,<sup>3</sup> Laura Delgado, Ph.D.,<sup>4\*</sup> y Karenia Córdova, M.Sc.<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Fellow de la Royal Society for Tropical Medicine & Hygiene, Miembro de la International Society for Infectious Diseases. <sup>2</sup>Estudiantes de Postgrado, <sup>3</sup>Profesores de Postgrado, Maestría en Protozoología, CTIPjwT-NURR-ULA. <sup>4</sup>Investigadora y Profesora del Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, UCV. <sup>5</sup>Investigadora y Profesora del Instituto de Geografía y Desarrollo Regional, Facultad de Humanidades y Educación, UCV. \*Investigadores del Proyecto Clima y Salud en Venezuela, CHIEX-CRN-IAI. URL: <http://www.chiex.net/>. E-mail: [arodriguezm@saludfmv.org](mailto:arodriguezm@saludfmv.org)

### Resumen

La malaria sigue siendo la enfermedad tropical infecciosa parasitaria más importante en Venezuela, afectando zonas rurales de los estados Bolívar, Sucre y Amazonas, entre otros. Recientemente se ha estudiado la importancia de la variabilidad climática y su incidencia en la enfermedad, lo cual se relaciona a distintos elementos climáticos que impactan en la biología del vector y en la transmisión. En el marco de los cambios globales, el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) se ha visto asociado a brotes epidémicos de la enfermedad. En el presente artículo se revisan los aspectos más importantes de esta relación entre un componente del medio ambiente (clima) y tan importante protozosis sistémica, como lo es la malaria. **Palabras Claves:** Malaria, Ecoepidemiología, Variabilidad Climática, Medio Ambiente.

### INTRODUCCIÓN

La malaria continúa siendo una de las enfermedades transmitidas por vectores (metaxénicas) más importantes a nivel mundial, además sigue siendo la enfermedad parasitaria más importante en Venezuela, particularmente en los estados endémicos, como Sucre, Bolívar y Amazonas.

De acuerdo a cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que 2.400 millones de personas viven en regiones maláricas (OMS, 2004). Además, cada año, 300 – 500 millones de personas adquieren la enfermedad y más de un millón de niños mueren por ella (RBM, 2004).

En relación al continente americano, según datos publicados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la transmisión de la malaria se sigue reportando en 21 países de la Región y se calcula que 175 millones de personas viven en zonas con algún riesgo de transmisión.

Para el año 2002, se reportaron un total de 884.374 casos de malaria (29.491 [3,34%] correspondieron a Venezuela) (OPS, 2003), cifra que ha sido similar en años anteriores. En los países donde ya no hay transmisión (áreas de Centro América y el Cono Sur), aproximadamente 87 millones de personas viven en zonas donde la transmisión ocurrió anteriormente y donde en la actualidad hay un riesgo sumamente bajo de transmisión. Los 262 millones de personas que vivían en zonas con algún riesgo potencial de transmisión representan aproximadamente 31% de los 849 millones de habitantes de la Región. Esta información, proporcionada por los países, contrasta con la correspondiente al año 2001, según lo cual 35% de los 835 millones de habitantes de la Región vivían en zonas con algún riesgo de transmisión. En los 21 países donde ocurre transmisión de la malaria, 15% de la población vive en zonas de transmisión alta y moderada, y 21% en zonas de bajo riesgo. El porcentaje de las poblaciones nacionales en riesgo varía desde 9% en Argentina hasta 100% en la República Dominicana y El Salvador. Honduras, México, Ecuador y Panamá informaron que más de 15% de sus poblaciones viven en zonas de alto

riesgo. Los casos notificados por los países alcanzaron su nivel más bajo en el decenio pasado, e igual sucedió con el número de frotis de sangre examinados. El índice de frotis positivos y la detección de casos en las zonas maláricas fueron mayores que en el año anterior. De los 21 países donde ocurre la transmisión, 11 están en América del Sur: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Suriname y Venezuela. Los otros diez países están en Mesoamérica: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá, junto con la República Dominicana y Haití, los únicos dos países del Caribe donde hay transmisión (OPS, 2003).

De acuerdo al Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS, 2003) en el año 2003, se reportaron un total de 31.186 casos de malaria (situación de Epidemia de acuerdo al canal endémico), de los cuales 13.892 correspondieron al estado Bolívar (Epidemia), seguidos por Amazonas con 9.262 casos (Epidemia), Sucre con 5.266 (Seguridad) y Delta Amacuro con 1.489 casos (brotes epidémicos durante varios meses del año). Adicionalmente, al total de casos, originados en Venezuela, deben agregarse 533 casos importados de otros países, lo cual totaliza 31.719 casos.

Afortunadamente, del total de casos observados en el año 2003, 82,6% correspondieron a infecciones por *P. vivax*, 16,7% a *P. falciparum*, 0,1% *P. malariae* y 0,6% *P. vivax* y *P. falciparum* (infecciones mixtas).

La Incidencia Parasitaria Anual por Malaria (IPA) del año 2.003 en Venezuela, se situó en 1,2 casos por cada 1.000 habitantes.

Estos datos epidemiológicos muestran la importancia de la enfermedad, la cual se ve asociada a múltiples factores, uno de los cuales es la variabilidad climática.

### ECOEPIDEMIOLOGIA Y CONTROL DE LA ENFERMEDAD

La malaria puede definirse ecoepidemiológicamente como un sistema complejo en salud pública, constituido por una serie de factores, interrelacionados e interdependientes, donde



encontramos al hombre (hospedero susceptible) en el centro del mapa ecoepidemiopatológico y nosográfico, pero considerando en su periferia diversos factores del propio hospedero así como del vector y su ambiente.

Este patrón ha cambiado mucho en cuanto a su entendimiento y a su manejo en los últimos 50 años. Entre la década de 1940 y 1950 ocurrieron varios hechos de importancia. En 1945, la introducción del DDT en las campañas de control de la enfermedad; en 1948, la implementación de la Cloroquina como medicamento de primera línea en el tratamiento de la enfermedad y finalmente en 1950, la adopción de la Estrategia Global de la Erradicación (Sachs y Malaney, 2002). Constituyendo esta última un fracaso, por lo cual dejó de aplicarse. Después del abandono mundial del programa para erradicar la malaria, los países de América adoptaron la Estrategia Global de Control de la Malaria en 1992, la cual está fundamentada en los siguientes principios: el diagnóstico temprano y tratamiento inmediato de la enfermedad; la aplicación de medidas de protección y prevención de la enfermedad; el desarrollo de la capacidad de predecir y contener epidemias, y el fortalecimiento de la capacidad local en investigación básica y aplicada para permitir y promover la evaluación regular de la situación de la malaria (OPS, 2002).

Malaria es una prioridad de la Organización Mundial de la Salud. Junto con VIH/SIDA y TB, Malaria constituye un grupo de entidades a las cuales se están dedicando recursos y una particular atención, razón por la cual se creó el Fondo Global para la Lucha contra el VIH/SIDA, la TB y la Malaria (*Global Fund against HIV/AIDS, TB and Malaria*, GFATM) el cual se ocupa como ente de luchar específicamente contra estas tres epidemias mundiales (GFATM, 2003).

### FACTORES ASOCIADOS CON LA MALARIA

Existen tres grandes grupos de factores relacionados actualmente con el problema de la malaria (Miller, 2002): *Factores del Hospedero* (inmunidad, citoquinas, genética, edad, embarazo); *Factores del Parásito* (resistencia, multiplicación, vías de invasión, citoadherencia, *rosetting*, polimorfismos, variación antigénica, toxinas); y *Factores Socioeconómicos y Geográficos* (acceso a tratamiento, factores culturales, económicos, intensidad de la transmisión, factores ambientales y climáticos).

El factor climático ha sido reconocido desde hace algunos años al haberse establecido que la transmisión de la malaria es sensible a los cambios del clima y el ambiente. De hecho, actualmente, la malaria se percibe como la enfermedad metaxénica más propensa a ser afectada por los cambios climáticos globales (WHO/WMO/UNEP, 1996; McMichael *et al.*, 1996). Por estas razones se hace fundamental estudiar detalladamente y en forma integrada, con la ayuda de distintas disciplinas científicas, el impacto e importancia que tienen los cambios y la variabilidad climática sobre la malaria.

### CAMBIOS CLIMÁTICOS Y PERCEPCIÓN DE SU IMPACTO EN MALARIA

Un clima cambiante es un factor propenso a cambiar la dinámica de la transmisión de la malaria en muchas regiones.

Los incrementos graduales en la malaria, a nivel mundial, así como la reinfestación de territorios donde la enfermedad fue previamente controlada (ej: Estados Unidos recientemente ha comunicado la transmisión autóctona de *P. vivax* por el vector *Anopheles quadrimaculatus* en el estado de Florida) (International Society for Infectious Diseases, 2003; CDC, 2003), son razones para revitalizar los esfuerzos en su control.

La OMS recientemente ha lanzado una nueva iniciativa para combatir la mortalidad y morbilidad malarica mundial ya mencionada. La iniciativa *Roll Back Malaria* (Hacer Retroceder la Malaria) se está implementando en los países más afectados por la enfermedad, con fondos del Banco Mundial y otras agencias internacionales.

El costo del aumento de insecticidas eficaces y el desarrollo de la resistencia *in vitro* e *in vivo* a las drogas antimaláricas son probablemente los factores más importantes en contribuir al predominio del aumento de la malaria en las décadas que vienen. Por esto, se deben apuntar esfuerzos al control, en los años de alto riesgo, aumentar la costo-efectividad del control de la malaria y hacer un uso más juicioso de insecticidas que pueda retrasar el desarrollo de la resistencia a ellos. Por lo tanto, la detección temprana de las epidemias son, entre otros, los principales esfuerzos globales para el control de la malaria.

Hoy en día, se sabe que la malaria se ve afectada específicamente por diversos factores climáticos, como las precipitaciones y la temperatura, entre otros. Estos son factores o parámetros críticos relacionados con la transmisión de la enfermedad (Bouma, 1995).

Estos factores además tienen un comportamiento dinámico, cambiante y adicionalmente, diferente de acuerdo a la región geográfica, por lo cual el estudio de los mismos tiene que tender a ser específico e individualizado.

En áreas donde ocurre la malaria hay una considerable variación en la intensidad de la transmisión y el riesgo de la infección malarica. Las áreas de altura (>1500 msnm) y de tipo árida (<1000 mm lluvia/año) tienen típicamente menos malaria, aunque éstas son propensas a brotes epidémicos cuando individuos parasitéticos proveen una fuente de infección y se dan condiciones climáticas favorables para el desarrollo del vector (Bloland, 2001, OMS, 1996). Ciertos reportes han venido indicando el impacto que los cambios ambientales, en particular el fenómeno de El Niño, tendrían en el desarrollo de brotes epidémicos (Bouma & van der Kaay, 1994) e incluso incidencia de la malaria en zonas elevadas, definido como malaria de altura (Lindblade *et al.*, 1999, US Naval Medical Research, 1999). Venezuela no ha escapado a esta situación y existen reportes que destacan el impacto de los fenómenos climatológicos como El Niño y eventos relacionados con éste (v. gr. La Niña) sobre la incidencia de la malaria (Bouma & Dye, 1997, Gagnon *et al.*, 2002). Datos históricos y recientes de Venezuela indicaban que la malaria se podía incrementar en, aproximadamente, un tercio en el año siguiente al evento de El Niño (Bouma & Dye, 1997) y, como se ha descrito, posterior a este fenómeno podrían presentarse condiciones climáticas apropiadas para la aparición de la malaria (Lindblade *et*

*al.*, 1999, Garnham, 1945, US Naval Medical Research, 1999).

También se debe tomar en consideración la influencia de la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT) ó ITCZ (Inter-Tropical Convergency Zone). La ZCIT es una franja de bajas presiones ubicada en la zona ecuatorial, donde confluyen los vientos alisios del sureste y del noreste. Debido a las altas temperaturas las masas de aire son forzadas a ascender originando una abundante nubosidad así como fuertes precipitaciones, ocasionalmente, también acompañadas de descargas eléctricas. La ZCIT no es uniforme ni continua, se puede interrumpir y su grosor y comportamiento varían de un sitio a otro dependiendo de la continentalidad o cercanía del mar (RAM, 2003).

## EL FENÓMENO EL NIÑO

Para hablar del fenómeno "El Niño", debemos primero explicar lo concerniente a la corriente "El Niño". Esta es una corriente de aguas cálidas, dirigida hacia el Sur, que se presenta anualmente en el mar, frente a las costas áridas de Sur América y que a finales de año ocasionan un verano con lluvias.

Para determinar su magnitud, se utiliza el denominado Índice de Oscilación del Sur, que es 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'.

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 Fenómeno El Niño es el aumento generalizado de la temperatura de la superficie del mar en gran parte del sector Oriental y Central del Pacífico Ecuatorial. Asimismo está asociado con una disminución de la presión atmosférica en el Pacífico Sur Oriental (costa de Sudamérica) y con aumento en la región de Oceanía (MinAgriCultura, 2004).

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 (NOAA, 2004), 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 Índice de Oscilación del Sur (Southern Oscillation Index) (SOI), en tanto que otros usan la Temperatura de la Superficie del Mar (Sea Surface Temperature) (SST). Recientemente, se ha establecido una lista "consenso" de años El Niño/La Niña (Null, 2003).

## IMPACTOS CLIMÁTICOS EN SUR AMÉRICA SOBRE MALARIA

En muchas partes de Sur América se han observado los impactos de estas anomalías climáticas relacionadas al ENSO. Muchas epidemias en los países del norte de Sur América han ocurrido un año después del fenómeno El Niño. Las epidemias de malaria

observadas en 1983 en Ecuador, Perú y Bolivia estuvieron asociadas con intensas lluvias, a su vez asociadas con un fuerte evento El Niño ocurrido en 1982-1983 (Cedeño, 1986; Russac, 1986; Nicholls, 1993).

En el caso de Ecuador, la epidemia de malaria se exacerbó por el desplazamiento poblacional que causó el deslave.

La relación entre el ENSO y la malaria se ha evaluado y la continúan evaluando muchos autores, en detalle para varios países de Sur América (Bouma and Dye, 1997; Bouma *et al.*, 1997b; Poveda and Rojas, 1996; 1997; Delgado *et al.*, 2003; 2004).

Estos países usualmente tienen precipitaciones por debajo del promedio durante El Niño. Algunos estudios han tratado de establecer, por ejemplo, que en Venezuela la malaria se incrementa en un 37% en el año postniño, pero si bien ésta es una cifra actualmente poco sustentada, es cierto, que durante un año posterior a El Niño, habitualmente tiende a ocurrir la alternancia con un año La Niña, durante el cual se incrementan las precipitaciones, dando un clima propicio para el desarrollo de humedales y criaderos del mosquito anofelino, incrementándose la transmisión en los lugares susceptibles y aumentando así la incidencia de la malaria (Bouma and Dye, 1997; Bouma *et al.*, 1997b; Poveda and Rojas, 1996; 1997; Delgado *et al.*, 2003; 2004).

En otros países, como en Colombia, los casos de malaria se incrementan un 17,3% durante El Niño y en un 35,1% durante el año postniño (Bouma *et al.*, 1997b; Anon, 1996). En Colombia, El Niño está asociado con una reducción de la pluviometría normalmente elevada en la mayor parte del país (Poveda and Mesa 1997).

Estos cambios pueden producir un incremento en el número de criaderos (Poveda *et al.*, 1999a). Las altas temperaturas durante los episodios El Niño pueden favorecer la transmisión de la malaria (Bouma *et al.*, 1997b; Poveda *et al.*, 1999b).

Las razones exactas por las cuales se incrementa la malaria después de un período seco no están completamente entendidas, en particular, en la ausencia de un subsecuente período lluvioso que explique el incremento en la abundancia de los criaderos y por ende en la enfermedad.

Un punto importante a considerar es la diferencia que se establece en la expresión de los fenómenos climáticos de acuerdo a cada país e incluso a cada región en particular.

Los cambios climáticos deben ser apropiadamente analizados, toda vez que los incrementos de casos de malaria en los años que siguieron a los eventos El Niño, reportados por Bouma (1997) no son constantes.

## DESARROLLO DE SISTEMAS DE PREDICCIÓN DE MALARIA BASADOS EN SIG Y DATOS CLIMÁTICOS

Es necesario el desarrollo de sistemas de vigilancia que permitan hacer predicciones de la tendencia de la enfermedad a partir de los registros climatológicos, con la finalidad de hacer predicciones con varios días de antelación y así predecir y prevenir brotes epidémicos para disminuirlos o atenuar sus efectos (Cresswell *et al.*, 1998).

Actualmente en Africa, el grupo de trabajo MARA (Mapping Malaria Risk in Africa) se encarga de evaluar el riesgo malárico basándose, por una parte, en los cambios ambientales, sobretodo climáticos, a través de imágenes de satélite y, por la otra en aspectos epidemiológicos (MARA/ARMA, 2004).

El mejoramiento de las tecnologías geoespaciales ha conducido a una evaluación más precisa de los problemas de salud pública en diferentes escalas, especialmente en enfermedades tropicales, como malaria, dengue, cólera, entre otras enfermedades metaxénicas e hídricas. Se han integrado diferentes fuentes de información, incluyendo Sistemas de Posicionamiento Global (SPG) y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estas tecnologías han cambiado la forma de abordar los problemas en medicina tropical y en la salud internacional. La forma de ver la epidemiología de las enfermedades tropicales ha cambiado gracias a estas tecnologías. Sus aplicaciones en Venezuela están limitadas a institutos académicos y de investigación, pero, en pocos años ellas serán usadas ampliamente por las agencias sanitarias gubernamentales encargadas del control de estas enfermedades en todo el país (Delgado *et al*, 2004b).

### **IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA SOBRE LA MALARIA EN VENEZUELA**

La variabilidad climática puede afectar la salud pública venezolana en distintas formas, una de las cuales se produce por la alteración de los patrones de precipitación, así como también en los patrones de temperatura y otros elementos climáticos (entre ellos humedad relativa, viento e insolación), lo cual puede incrementar ciertas enfermedades infecciosas, en particular las metaxénicas.

En Venezuela, la reemergencia de algunas de estas enfermedades pudiera asociarse a ciertos fenómenos climáticos (El Niño, La Niña, entre otros), lo cual se ha evidenciado en algunas regiones del país con una mayor incidencia de malaria, tal como ha ocurrido en el Estado Sucre (Delgado *et al*, 2003; Córdova 2003).

Los patrones epidemiológicos de expresión de la malaria en Venezuela obedecen a múltiples factores, como son: susceptibilidad del hospedero, su estado inmunológico, aspectos socio-culturales y económicos, la biología del vector y los factores ambientales vinculados a su ciclo de vida y a su ecología.

Los dos períodos históricos de mayor incidencia malárica en Venezuela, para el lapso de tiempo entre 1951 y 2001, han correspondido con una asociación a fenómenos climáticos. Durante el pico observado en 1971 (año de La Niña fuerte) los dos años anteriores eran relativamente más secos (1969, El Niño fuerte y 1970 Neutral).

Como es sabido, el Estado Sucre ha sido, en algunas oportunidades, el primer estado en incidencia malárica a nivel nacional, siempre conservándose entre los primeros 5 estados con mayores índices parasitarios anuales (IPA).

Haciendo un análisis detallado sobre la epidemiología de la enfermedad y su relación con la variabilidad climática en el Estado Sucre durante los últimos 15 años (1986-2000), se han encontrado asociaciones y correlaciones entre casos de malaria y alternancia de los fenómenos El Niño y La Niña.

En esta serie temporal, se encontraron correlaciones significativas ( $r^2 > 0,50$ ;  $p < 0,05$ ) entre el incremento de los casos de malaria y los fenómenos La Niña (definido en este caso como períodos fríos y lluviosos en su mayor parte), para ciertos años del período estudiado. Aquellos años con una correlación no significativa, pueden tener otros factores asociados más importantes que el climático.

Por otra parte, la epidemia 1988 – 1991, ocurrida principalmente en Bolívar, pudo estar relacionada con los cambios climáticos. Los años 1986 y 1987 correspondieron con el fenómeno El Niño, débil y fuerte, respectivamente, posterior al cual se produjo el cambio hacia La Niña, débil en 1988 y moderada en 1989 y luego El Niño débil en 1990.

Cuando observamos la incidencia malárica durante los años El Niño y aquellos años que no corresponden a este fenómeno, podemos ver que existen diferencias estadísticamente significativas en el incremento por encima de la tendencia de casos durante los años distintos a El Niño y una disminución durante los años propiamente El Niño, lo cual se ve más marcadamente durante los últimos trimestres del año (Figura 1).

El fenómeno de La Niña, en Venezuela, de acuerdo a la agencia de Estados Unidos, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), se asocia a una mayor intensidad de precipitaciones en las regiones Nor-Centrales del país. El incremento en estas precipitaciones se asocia con períodos de aumento en el número de casos de malaria posterior a dichas elevaciones.

### **CONCLUSIONES**

Como se ha establecido, los cambios climáticos, ciertamente impactan en la biología y ecología del vector, lo cual se explica en parte por el acortamiento del ciclo de vida, debido a la temperatura, precipitación y humedad (fase acuática), así como una mejor expectativa de vida (fase terrestre) (adulto). Así, la población de vectores se incrementa, lo cual, en conjunto con otros factores biológicos y sociales, predisponen al incremento en el número de casos de malaria, lo cual se ve reportado en la literatura así como en los estudios que se vienen realizando en el Estado Sucre.

Todo ello pone en evidencia, las características multifactoriales de la malaria (Sachs & Malaney, 2002) y la complejidad de este sistema ecológico, donde el clima es un factor importante a considerar y a estudiar, pero más aun, a vigilar para desarrollar sistemas de prevención y contención de la enfermedad, mejorando así su comprensión y atención integrada.

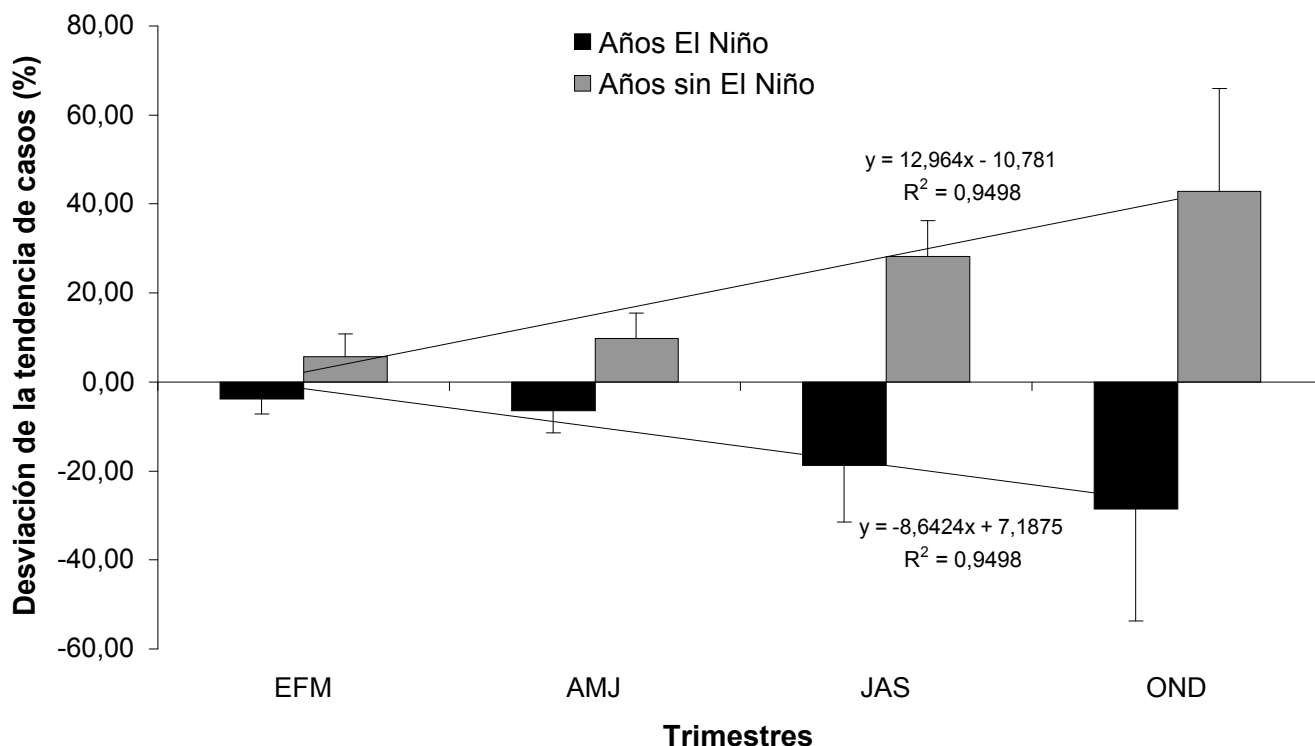
## Agradecimientos

Los trabajos de investigación en Clima y Salud de A. J. Rodríguez Morales, L. Delgado y K. Córdova están parcialmente financiados por el Inter-American Institute for Global Changes Research (Program CRN) (YRP).

Revisión realizada durante la Unidad de Climatología y Estudio de Suelos, Maestría en Protozoología, Centro Trujillano de Investigaciones Parasitológicas José Witremundo Torrealba, Núcleo Rafael Rangel, Universidad de Los Andes, Trujillo.

Finalmente, se agradece la constante colaboración de la Dirección General de Salud Ambiental y Contraloría Sanitaria (Malariología) del Ministerio de Salud y Desarrollo Social, en la persona del Dr. Darío González.

**Figura 1.** Desviación de la tendencia en casos de malaria durante los años El Niño y sin El Niño (%), por trimestres, Estado Sucre, Venezuela, 1986-2000. (Barras: Media  $\pm$  DE)



### Title:

Environment and Systemic Protozoosis. I. Climatic Variability and its incidence on malaria.

Rodríguez Morales AJ, Cárdenas R, Sandoval C, Baptista G, Jaimes E, Mendoza JG, Delgado L, Córdova K.

### Abstract:

Malaria is still the most important parasitic tropical infectious disease in Venezuela, affecting rural zones of Bolívar, Sucre and Amazonas states, among others. Recently, research have been focused on climatic variability importance and its incidence on this disease, which is related to different climatic elements, which impact on vector biology and transmission. In the setting of global changes, El Niño Southern Oscillation phenomena has been associated with epidemic outbreaks of malaria. In this review article we discuss some relevant aspects of this relation between an environmental component (weather) and a so important systemic protozoosis, as malaria is.

**Key Words:** Malaria, Ecoepidemiology, Climatic Variability, Environment.



## REFERENCIAS

- Anon. (1996). El Niño-Oscillation del sur y su relacion con la incidencia de malaria en Colombia. Informe Quicenal Epidemiologica Nacional, 1, 29–33
- Bloiland PB. 2. Disease incidence and trends. (2001) En: Bloiland PB. Drug resistance in malaria. WHO/CDS/CSR/DRS/2001.4. World Health Organization. Ginebra,:2-11.
- Bouma MJ. (1995). Epidemiology and control of malaria in northern Pakistan. [PhD Thesis] Leiden University, Leiden.
- Bouma MJ and van der Kaay HJ (1994) Epidemic malaria in India and the El Niño Southern Oscillation: health and climate change. *Lancet*, 344, 1638–9.
- Bouma MJ and Dye C. (1997). Cycles of malaria associated with El Nino in Venezuela. *JAMA*; 278:1772-4.
- Bouma MJ, Poveda G, Rojas W, Chavasse D, Quinones M, Cox J and Patz J. (1997b). Predicting high-risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño Southern Oscillation. *Tropical Medicine and International Health*, 2, 1122–1127.
- CDC. (2003). Local Transmission of *Plasmodium vivax* Malaria – Palm Beach County, Florida, 2003. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 52, 908-911.
- Cedeño JEM. (1986). Rainfall and flooding in the Guayas river basin and its effects on the incidence of malaria 1982–1985. *Disasters* 10, 107–111.
- Córdova K. (2003). Impactos socio-ambientales de la variabilidad climática. Las sequías en Venezuela. *EcoPortal.net*. Disponible en: URL: <http://www.ecoport.net/articulos/climatica.htm> Fecha de Acceso: 12/03/2004.
- Cresswell MP, Connor SJ, and Thompson MC. (1998). Application of Climate Forecasts to Health and Disease in Africa. South African Regional Climate Forum, report of post-season assessment meeting. MALSAT Research Group, Liverpool School of Tropical Medicine, Liverpool, UK.
- Delgado L, Córdova K, Rodríguez AJ. (2003). Variabilidad Climática y Salud en Venezuela: Estudio de la dinámica de la Malaria en el Estado Sucre. En: V Congreso Venezolano de Ecología, Isla de Margarita, Venezuela, Noviembre; pp. 71.
- Delgado L, Córdova K, Rodríguez AJ. (2004). Epidemiological Impact of Climatic Variation on Malaria Dynamics in a Northeastern Region of Venezuela. *International Journal of Infectious Diseases* 2004; 8(Suppl 1): S23-S24.
- Delgado L, Córdova K, Rodríguez AJ. (2004b). Contribution of Geospatial Technology in Tropical Medicine and International Health Applications. En: Informedica 2004 - Information & Communication Technologies In Healthcare Development - 3rd Virtual Congress In Internet: March 1st To 30th, 2004. Disponible on-line en: URL: <http://www.informedica.org/> Fecha de Acceso: 01/03/2004.
- Gagnon AS, Smoyer-Tomic KE, Bush AB. (2002). The Nino southern oscillation and malaria epidemics in South America. *Int J Biometeorol*; 46:81-9.
- Garnham PCC. (1945) Malaria epidemics at exceptionally high altitudes in Kenya. *BMJ*; 11:45–7.
- GFATM (2003). Global Fund against HIV/AIDS, TB and Malaria. Disponible on-line en: URL: <http://www.globalfundatm.org> Fecha de Acceso: 01/09/2003.
- International Society for Infectious Diseases (2003). Malaria Autóctona (FL, EUA). PROMEDMAIL. URL: <http://www.promedmail.org>. Agosto.
- Lindblade KA, Walker ED, Onapa AW, Katungu J, Wilson ML. (1999). Highland malaria in Uganda: prospective analysis of an epidemic associated with El Niño. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1; 93:480–7.
- MARA/ARMA. (2004). Mapping Malaria Risk in Africa. Disponible on-line en: URL: <http://www.mara.org.za/> Fecha de Acceso: 20/03/2004.
- McMichael AJ, Ando M, Carcavallo R, *et al.* (1996). Human population health. In: *Climate Change 1995. Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 561–584.
- Miller E. (2002). The pathogenic basis of malaria. *Nature*, 415: 673–679.
- MinAgricultura. (2004). La problemática del fenómeno El Niño. Disponible en: URL: [http://www.portalagrario.gob.pe/el\\_nino2.shtml](http://www.portalagrario.gob.pe/el_nino2.shtml) Fecha de Acceso: 13/03/2004.
- MSDS. (2003) Programa de Erradicación de la Malaria. *Alerta Epidemiológico* 9(53).
- Nicholls N. (1993). El Niño–Southern Oscillation and vector-borne disease. *Lancet*, 342, 1284–1285.
- NOAA. (2004). Cold & Warm Episodes by Season. Disponible online en: URL: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html) Fecha de Acceso: 13/03/2004.
- Null J. (2003). El Niño & La Niña Years: A Consensus List. Disponible on-line en: URL: [http:// ggweather.com/enso/years.htm](http://ggweather.com/enso/years.htm) Fecha de Acceso: 13/03/2004.
- OMS. (1996). World malaria situation in 1993, part I. *Weekly Epidemiological Record*;71:17-22.
- OMS (2003a). Communicable Diseases 2002. Global defence against the infectious disease threat. World Health Organization, Geneva. WHO/CDS/2003.15
- OMS (2003b). Communicable Diseases (CDS) Cluster. World Health Organization, Geneva.
- OMS (2003c). WHO Proposed Programme Budget 2004–2005. World Health Organization, Geneva. PB/2004–2005.
- OMS. (2004). Malaria. Disponible en: URL: <http://www.who.int/> Fecha de Acceso: 13/03/2004.
- OPS. (2002). Informe de la Situación de los Programas de Malaria en las Américas (Basado en datos de 2001). Organización Panamericana de la Salud, Washington. CSP62/INF/3(Esp).
- OPS. (2003). Informe de la Situación de los Programas de la Malaria en las Américas. OPS, Washington. CD44/INF/3. 17 septiembre.
- Poveda G and Rojas W. (1996). Impacto del fenómeno El Niño en los brotes epidémicos de malaria en Colombia. En: *Memorias XII Congreso Hidrología Colombiano, Sociedad Colombiana de Ingenieros, Bogotá*, pp. 647–654.
- Poveda G and Rojas W. (1997). Evidences of the association between malaria outbreaks in Colombia and the El Niño Southern Oscillation [in Spanish]. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, XXI (81), 421–429.
- Poveda G and Mesa OJ. (1997). Feedbacks between hydrological processes in tropical South America and large scale oceanic-atmospheric phenomena. *Journal of Climate*, 10, 2690–2702.

- Poveda G, Nicholas E, Graham, Epstein PR, Rojas W, Darlo Velez I, Quinones ML and Martens P. (1999a). Climate and ENSO variability associated to malaria and dengue fever in Colombia. In: Proceedings of the 10th Symposium on Global Change Studies, Dallas, USA, 10–15 January, 1999. pp. 173–176.
- Poveda G, Graham NE, Epstein PR, Rojas W, Quiñonez ML, Vélez ID and Martens WJM. (1999b). Climate and ENSO variability associated with vector-borne diseases in Colombia. In: Diaz HF and Markgraf V (eds) El Niño and the Southern Oscillation, Multiscale Variability and Global and Regional Impacts. Cambridge, Cambridge University Press.
- RAM. La zona de convergencia intertropical. Revista del Aficionado a la Meteorología 2002;6. URL: <http://www.meteored.com/ram/>. Acceso: 10 Marzo 2003.
- RBM. (2004). Malaria. Disponible en: URL: <http://www.rbm.who.int/> Fecha de Acceso: 13/03/2004.
- Rodríguez AJ. (2003). Situación de la Malaria en Latinoamérica (Conferencia). En: XVIII Congreso Científico Internacional de la FELSOCM (Sesión de Enfermedades Infecciosas Emergentes), La Paz, Bolivia, 6-10 de Octubre de 2003.
- Russac PA. (1986). Epidemiological surveillance: malaria epidemic following Niño phenomenon. Disasters, 10, 112–117.
- Sachs J, Malaney P. (2002). Malaria. Nature, 415: 680-688.
- US Naval Medical Research Unit No. 2. Department of Medical Entomology, Jakarta, Indonesia. (1999). El Niño and associated outbreaks of severe malaria in highland populations in Irian Jaya, Indonesia: a review and epidemiological perspective. Southeast Asian J Trop Med Public Health; 30:608-19.
- WHO/WMO/UNEP. (1996). McMichael AJ, Haines A, Slooff R, and Kovats S, eds. Climate Change and Human Health. Geneva, World Health Organization (WHO/EHG/96.7).

**Páginas Web Recomendadas sobre Variabilidad Climática y Malaria:**

Climate and Health Exchange Network

<http://www.chiex.net>

Roll Back Malaria (RBM) – World Health Organization (WHO)

<http://www.rbm.who.int/>

Program for Research and Training in Tropical Diseases (TDR) (WHO)

<http://www.who.int/tdr/>

Inter-American Institute for Global Change Research

<http://www.iai.int>

Malaria International Foundation

<http://www.malaria.org/>

Organización Mundial de la Salud

<http://www.who.int>

Organización Panamericana de la Salud

<http://www.paho.org>

Organización Meteorológica Mundial

<http://www.wmo.int>

Climate Modeling and Diagnostics Group

<http://rainbow.ldeo.columbia.edu/>

Climatic Research Unit

<http://www.cru.uea.ac.uk/>

NOAA-NWS Climate Prediction Center

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>

IRI/LDEO Climate Data Library

<http://ingrid.ldeo.columbia.edu/>

International Society for Biometeorology

<http://www.biometeorology.org/>