

**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 SUCRE – VENEZUELA**

[USEFULNESS OF CLIMATIC REMOTE SENSORS IN PREVENTION AND DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS RELATED TO TROPICAL DISEASES DYNAMICS: MALARIA IN SUCRE STATE, VENEZUELA]

**Delgado, Laura<sup>1</sup>, Córdova, Karenia<sup>2</sup>, Rodríguez, Alfonso<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Laboratorio SIMEA. Instituto de Zoología Tropical. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. [laurind1@yahoo.com](mailto:laurind1@yahoo.com)

<sup>2</sup> Instituto de Geografía y Desarrollo Regional. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad Central de Venezuela. [karenia@cantv.net](mailto:karenia@cantv.net)

<sup>3</sup> Centro Trujillano de Investigaciones Parasitológicas José Witremundo Torrealba. NURR. Universidad de Los Andes. [ajrm\\_msds@yahoo.es](mailto:ajrm_msds@yahoo.es)

Palabras Clave: Sensores remotos, SIGs, Malaria, variabilidad climática

**ABSTRACT**

The environmental evaluations, particularly those related to the weather, through meteorological satellite images (NOAA, MODIS, GOES, etc) and the integration of local climatic network images with Geographical Information Systems, GIS; have become in last years, as powerful allied tools for the development of environmental health strategies, that can help in prevent and control of tropical diseases, especially vector-borne diseases, as malaria. Different resolution levels, offered by products of remote sensing, and particularly those monitoring atmospheric variation, in combination with epidemiological records and other social-environmental information, let us visualize in a wider way, through the GIS, the spatial distribution of malaria incidence, as well as also evaluate the geo-spatial context of affected regions. Currently, Global Climatic Changes (GCC) are increasing levels of climatic irregularity, affecting consequently environment and human activities, reflecting it as alterations, in last decades, in dynamics of vector-borne diseases, even provoking its reemergence. One main endemic malaria area in Venezuela is Sucre state, which has been many times the first political entity in malaria incidence. For this reason is very interesting to evaluate, under a holistic point of view, the epidemiological problem that this disease represents for this region, looking for a synergy between different variables with effects on this dynamics. Study methodology requires synthesis of information generated by local climate networks (MARN-FAV\*) and records of global climate variability (ENSO-NAO, PDO\*) mainly from NOAA, IRI\*, Columbia University, in thematic maps, where is possible to visualize at same time endemic areas for the disease and its relation with climatic variability. Preliminary results demonstrated through this spatial analysis, a consistent relation, at least in a year- and regional-scale, between rainfall variation, ENSO associated events and disease incidence, represented by the number of malaria cases in the state; observing also an important spatial heterogeneity, associated with physiographic conditions, that impact on climatic elements (rainfall, temperature, humidity, etc.). Spatial-temporal modeling in this

complex system, it could contribute in the design of control strategies, as well also, in deciding early preventive actions by regional or local public health agencies.

- FAV. Fuerza Aérea Venezolana. (Venezuelan Air Force)
- MARN. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. (Ministry of Environment and Natural Resources)
- ENSO. El Niño Southern Oscillation.
- NAO. North Atlantic Oscillation
- PDO. Pacific Decadal Oscillation
- NOAA. National Oceanographic and Atmospheric Administration
- IRI. International Research Institute for Climate Prediction.

## RESUMEN

Las evaluaciones ambientales, en particular aquellas relacionadas con el clima, a través del procesamiento de imágenes satelitales meteorológicas (NOAA, MODIS, GOES, etc.) y la integración de la información de las redes climáticas locales mediante los Sistemas de Información Geográfica, SIGs, se han convertido en los últimos años en poderosos aliados para el desarrollo de estrategias sanitario-ambientales, que puedan ayudar en la prevención y control de enfermedades tropicales transmitidas por vectores, como la malaria. Los diferentes niveles de resolución que nos brindan los productos de sensores remotos y particularmente aquellos que monitorean las variaciones atmosféricas en combinación con registros epidemiológicos y otro tipo de información socio-ambiental, permiten visualizar de manera más amplia a través de los SIGs, la distribución espacial de la incidencia malárica, así como también evaluar el contexto geo-espacial de las regiones afectadas. En la actualidad, los Cambios Climáticos Globales (CCG) están aumentando los niveles de incertidumbre climática, afectando en consecuencia el ambiente y las actividades humanas, lo que se refleja en una alteración, en las últimas décadas, de la dinámica de enfermedades metaxénicas, provocando su re-emergencia. Uno de los principales focos malaricos es el estado Sucre, el cual ha ocupado en varias oportunidades el primer lugar como entidad malarica, de allí el interés, de evaluar bajo un enfoque sistémico el problema epidemiológico en esta región, buscando la sinergia entre las diferentes variables que tienen un efecto sobre esta dinámica. La metodología de estudio requiere de la síntesis de la información generada por las redes climatológicas locales (MARN- FAV\*) y los registros de variabilidad climática globales (ENSO-NAO, PDO\*) de la NOAA, IRI\*, Columbia University en mapas temáticos, donde es posible visualizar al mismo tiempo los focos de la enfermedad y su relación con la variabilidad climática. Los resultados preliminares demuestran a través del análisis espacial una relación consistente, al menos a escala anual y a nivel regional, entre la variación de la precipitación, los eventos asociados con la variabilidad climática (ENSO) y la incidencia de la enfermedad, representada por el número de casos de malaria en el estado; observándose además una importante heterogeneidad espacial asociada también a las condiciones fisiográficas, que incide sobre los elementos climáticos (precipitación, temperatura, humedad, etc.). El modelaje espacio-temporal de este sistema complejo, puede contribuir en el diseño de estrategias de control, así como también en la toma de acciones preventivas tempranas por parte de los organismos que gerencian la salud en el estado.

- FAV. Fuerza Aérea Venezolana.
- MARN. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.
- ENSO. El Niño Southern Oscillation.
- NAO. North Atlantic Oscillation
- PDO. Pacific Decadal Oscillation
- NOAA. National Oceanographic and Atmospheric Administration
- IRI. International Research Institute for Climate Prediction.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Los cambios climático globales están incrementando los escenarios de incertidumbre socio-ambientales tanto a nivel regional como local, afectando no solo la disponibilidad de recursos vitales para la existencia humana, como el agua, sino también, modificando la dinámica del ciclo hidrológico y de otros ciclos biogeoquímicos, lo que incide de manera directa sobre la epidemiología de las enfermedades transmitidas por vectores (como la malaria, el dengue, etc.) , así como de aquellas transmitidas por el agua (cólera) o el viento (hantavirus), que en los últimos años han verificado una re-emergencia en zonas donde se había ejercido control sanitario y su aparición en sectores donde nunca antes se había registrado ocurrencia. En este contexto de variabilidad climática, diferentes grupos de investigación regionales han reportado relaciones entre estos eventos climáticos (ENSO, PDO, NAO, etc.) evaluados a través de sus indicadores y la incidencia de dichas enfermedades (Poveda *et al.* 2001, Githeko *et al.* 2001). Otros investigadores han utilizado temperatura y precipitación como variables para la generación de sus mapas de riesgo (MARA/ARMA, 2004).

Adicionalmente los modelos predictivos de cambio climático globales prevén escenarios conflictivos en las zonas tropicales (Gómez, 2002), bajo la hipótesis de un incremento de temperatura de 1.2 °C, determinando un alto potencial de riesgo, particularmente para enfermedades como la malaria.

Dichos escenarios socio-ambientales de incertidumbre determinaron la búsqueda de informaciones climatológicas y ambientales mas precisas, en las regiones de incidencia de estas enfermedades metaxénicas, como en el caso de la malaria en el Edo. Sucre- Venezuela, a través por ejemplo de las redes climatológicas locales, (FAV, Fuerza Aérea Venezolana, MARN. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales), sin embargo de manera global, la imágenes meteorológicas (GOES, MODIS, NOAA) y los modelos climáticos predictivos, (IRI, CPC-NOAA) son valiosos insumos para evaluar y validar las tendencias climáticas tanto locales como regionales.

Esta información integrada en un sistema de información geográfica SIG, se constituye en una excelente herramienta de prevención de los parámetros ambientales que pueden influir sobre la expresión espacial de alguna de estas enfermedades, en este caso, malaria, aportando al sistema de control sanitario, insumos para la toma de decisiones y de alertas tempranas. En Venezuela,

grupos de investigación han ido manejando la complejidad de los sistemas complejos como son estas enfermedades, malaria, dengue, etc. con estas tecnologías (Delgado *et al.* 2004b).

El objeto de este estudio, es mostrar las relaciones espacio temporales entre la variabilidad climática, evaluada a través de la correlación entre la precipitación y la ocurrencia de los eventos ENSO y la incidencia malárica en el Edo. Sucre, así como, evidenciar la importancia de los modelos climáticos, como producto de la interpretación de las imágenes meteorológicas, y su integración en un Sistemas de Información Geográfica (SIG), como una herramienta predictiva.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.1. Localización del Área de Estudio:**

El estado Sucre esta localizado a los 10°02'38"N – 10°45'30"N, 61°50'48"W – 61°31'47"W, en la región Nor-oriental de Venezuela. Forma parte de uno de los 3 focos maláricos más importantes reportados para el país (Delgado *et al.* 2003 a, b).

### **2.2. Data Meteorológica**

Para determinar la relación entre la variabilidad climática (ENSO), y la incidencia de los casos maláricos, se utilizó la Clasificación de la NOAA para los episodios ENSO (Niño-fase cálida; Niña –fase fría). Este índice se estima con base a la variación de las temperaturas superficiales del mar (SST analysis) en la región del Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W). Los episodios fríos o cálidos se determinan con base a umbrales de variación de  $\pm 0.5$  C cada tres meses, en el periodo 1971-2003. Los episodios fríos o calidos se definen cuando se alcanza un periodo, de al menos 5 meses consecutivos de temperaturas por encima o por debajo de los valores normales y los periodos neutros son aquellos que no reportan anomalías en los valores de la temperatura superficial del mar. Adicionalmente puede determinarse también la intensidad del evento, bien sea trimestralmente o en el transcurso de un año, así los eventos fuertes se denotan con el signo + (mas de 3 trimestres de anomalías) y los débiles (3 trimestres o menos de anomalías) con un signo –.

### **2.3. Data Epidemiológica y de Redes climáticas locales**

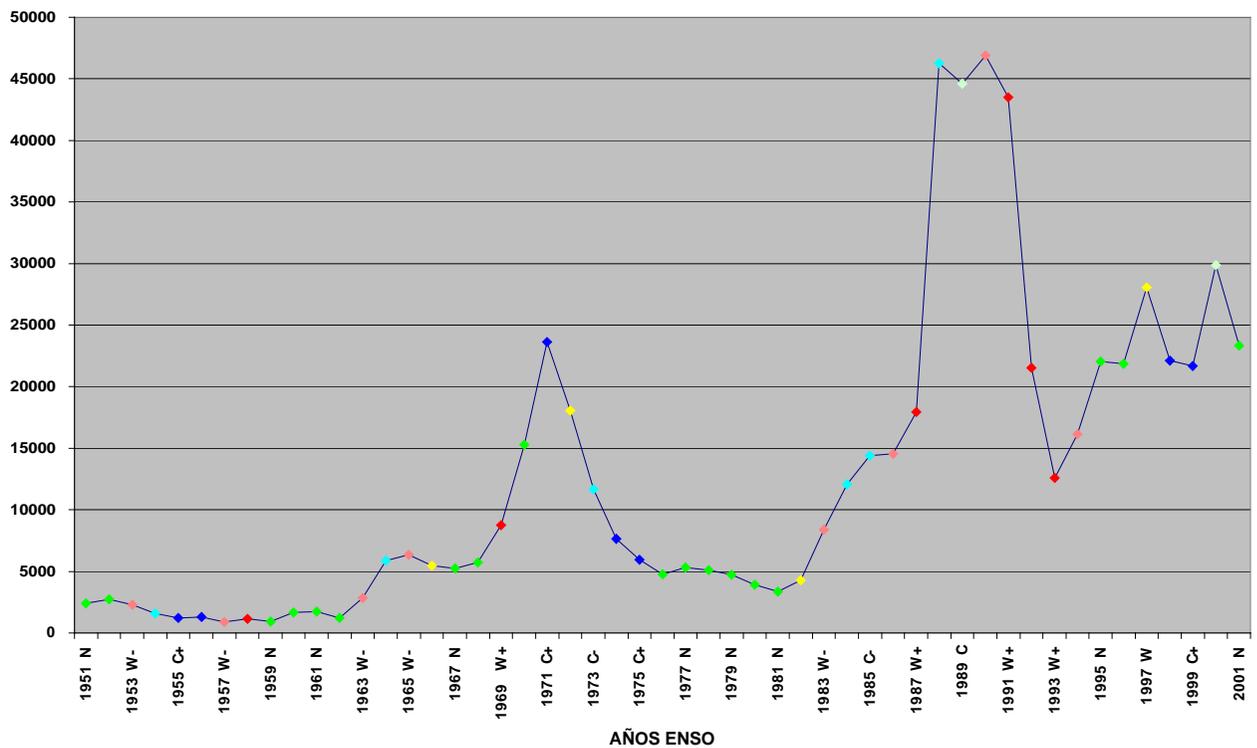
El servicio de Malariología (Oficina Regional de Saneamiento Ambiental y Control Sanitario, Zona 11, Carúpano Edo. Sucre) suministró los registros de casos de malaria para el período 1986-2000 mensuales y anuales. Con respecto a los registros de precipitación estos fueron obtenidos de las redes climatológicas de la Dirección de Hidrología y Meteorología del Ministerio del Ambiente (MARN), para el Edo. Sucre, para el período 1980-2000, aunque algunas de ellas han sido desincorporadas y sus registros son de menor amplitud.

Correlaciones cruzadas anuales y trimestrales (correlación,  $r$ ) fueron estimadas para cuantificar los niveles de asociación entre los datos climáticos de precipitación y variabilidad asociada a los eventos ENSO (El NIÑO, La NINA) con los registros de casos de malaria. Todos los análisis estadísticos fueron desarrollados con Epi Info v.6.0 (CDC, Atlanta, GA).

### 3. RESULTADOS.

Los cambios en los patrones climáticos ciertamente impactan la ecología y la biología de las enfermedades metaxénicas, como la malaria (Delgado *et al.* 2004, Poveda *et al.* 2001). Durante el periodo estudiado, (1986-2000) la variabilidad climática para Venezuela obtenida a partir de los análisis trimestrales de la NOAA para los eventos ENSO<sup>1</sup> (Figura 1.) muestra una mayor relación entre la fase fría del evento, (Cool o Niña) definida para nuestro país como periodos húmedos, y la ocurrencia de los episodios maláricos de forma general. (1971, 1988, 2000). Aunque también es posible observar, la ocurrencia de dos episodios maláricos relacionados con la fase cálida del evento, que en Venezuela se expresa con un déficit hídrico, fundamentalmente en la región Nor-Oriental y Costera (Warm o Niño-1991,1997). La variable de precipitación fue el indicador seleccionado, con base a los análisis de las series estadísticas climatológicas, para evaluar la incidencia de la variabilidad climática-ENSO, tanto a nivel nacional como regional.

VENEZUELA.VARIACIONES ENSO & CASOS MALARIA 1951-2001



<sup>1</sup> [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html)

**Figura 1.** *Venezuela. Variaciones ENSO & Casos Malaria.*

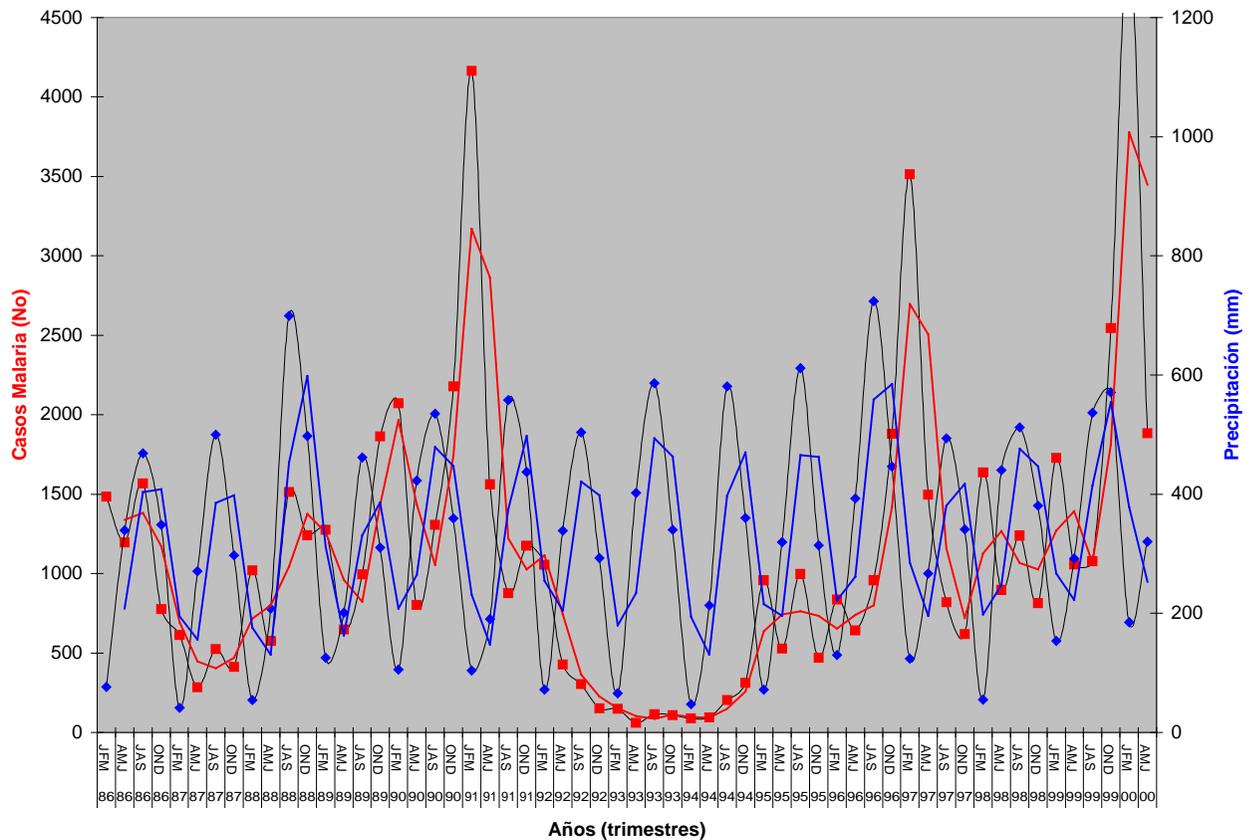
A nivel regional, en el estado Sucre, tanto el comportamiento de la variabilidad climática como la ocurrencia de los casos de malaria es similar a la tendencia nacional, (Fig. 2 y 3), observándose además respuestas muy particulares debidos a los agentes modificadores locales naturales, como la heterogeneidad espacial producto de las variaciones del relieve, la circulación de los vientos, la hidrografía, el drenaje y estructura del suelo, etc., y los factores antropogénicos, como la vialidad, la localización de los emplazamientos urbanos, las condiciones sanitarias, etc.

Para el período 1986 – 2000 (Fig. 2), se reportaron 64.803 casos de malaria en el Estado Sucre (media anual de  $1.117 \pm 951$  [ $\pm$  DE]) con cinco picos relevantes:

- 1988: 1.512 casos
- 1990: 2.071 casos
- 1991: 4.165 casos
- 1997: 3.513 casos
- 2000: 5.011 casos.

En algunos de estos brotes, no se observa una relación directa entre la variable precipitación y la incidencia de malaria, como por ejemplo, en los registrados en los años 1990,1991, donde a pesar de observarse un déficit hídrico, ocurre un repunte significativo en los casos reportados.

Es preciso resaltar sin embargo, que dichos episodios, estuvieron precedidos, por un repunte de los casos en el año 1988, que corresponde a un importante evento niña, el cual registra los mayores valores de precipitación de todo el periodo en estudio (Fig. 3).



**Figura 2.** Estado Sucre. Casos de Malaria & Precipitación. 1986.2000

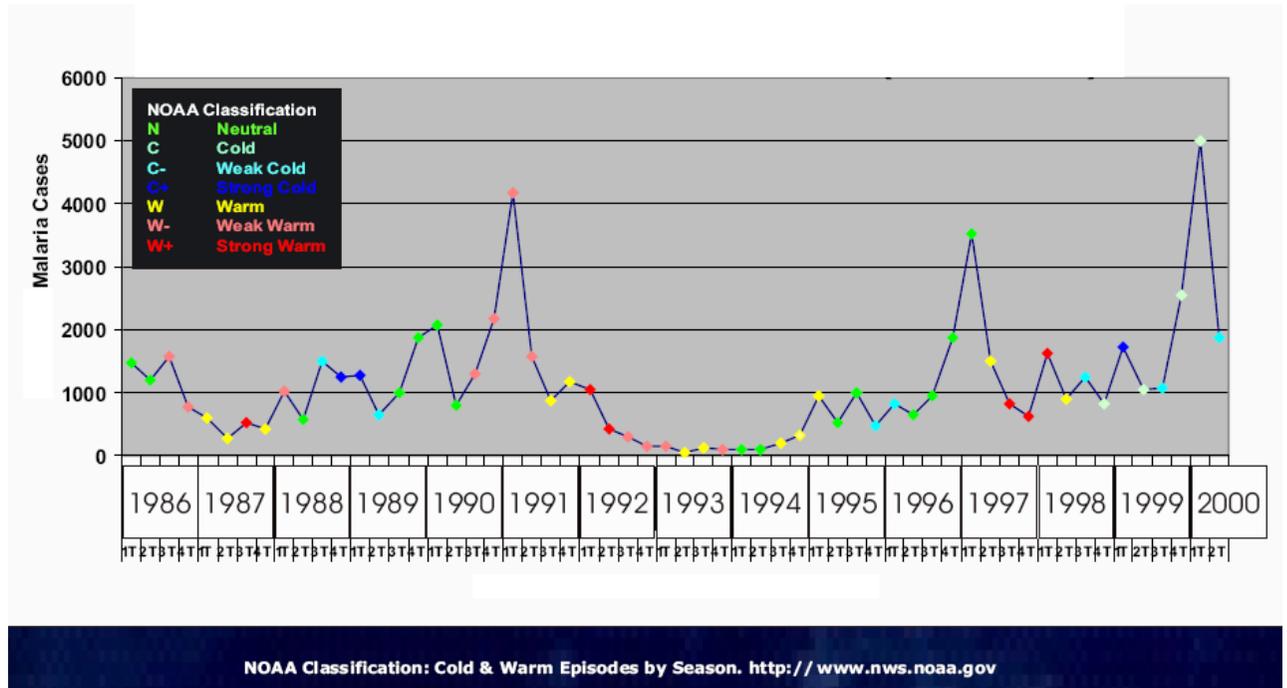
Una posible explicación de estos dos picos maláricos en años Niño (1990-1991), estaría vinculada a una sumatoria de factores que van desde el relajamiento en las medidas de prevención y control, hasta los cambios político-administrativos. Dado que la malaria se ha considerado un sistema ecológico multifactorial complejo, el efecto de la variabilidad climática no es el único agente desencadenante de los episodios observados, y ello es consistente con lo reportado por Nájera (1999) quien sostiene que ningún brote malárico tiene el mismo origen aunque este ocurra en la misma zona y sea coincidente estacionalmente (Fig. 2 y 3).

Entre el año 1991 y 1995 vuelven a activarse los mecanismos de control por un convenio nacional CVG-MSAS<sup>2</sup>, lo que se traduce en un mantenimiento de los casos de malaria a bajos niveles (Fig. 2), a pesar de la variabilidad climática (Fig. 3). Durante el año de 1997, se da inicio a un proceso de descentralización de la salud, lo que vuelve a tornar inestables las políticas sanitario-administrativas, con una resultante de connotaciones epidemiológicas, a pesar de ser un año neutro desde el punto de vista climatológico (Fig. 2 y 3).

El último brote registrado en este periodo, se inicia en los trimestres finales del año 1999 y se prolonga hasta el año 2000, y corresponde a un periodo Niña o Cool, (Fig. 2 y 3). Asimismo, en estos últimos trimestres de 1999 se observa, un aumento en las precipitaciones lo que favorece el incremento y mantenimiento de la lámina de agua en las zonas bajas, de poca pendiente y mal

<sup>2</sup> CVG Corporación Venezolana de Guayana, MSAS Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

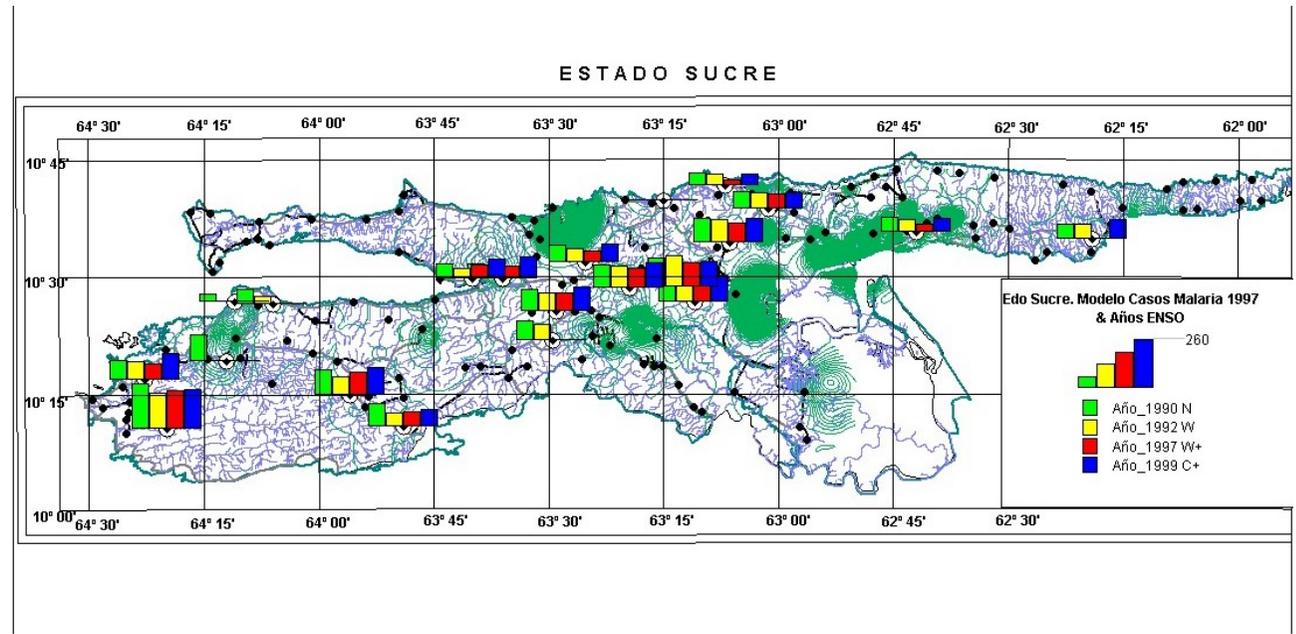
drenadas, (mas la vegetación asociada) que se han venido caracterizando como unidades ambientales denominadas humedales. Estas zonas presentan condiciones propicias para la generación de criaderos de *Anopheles aquasalis*, vector de la malaria en el estado Sucre. (Delgado *et al.* 2000 y Delgado *et al.* 2003 a, b).



**Figura 3.** Estado Sucre. Casos de Malaria & Variabilidad Climática. ENSO

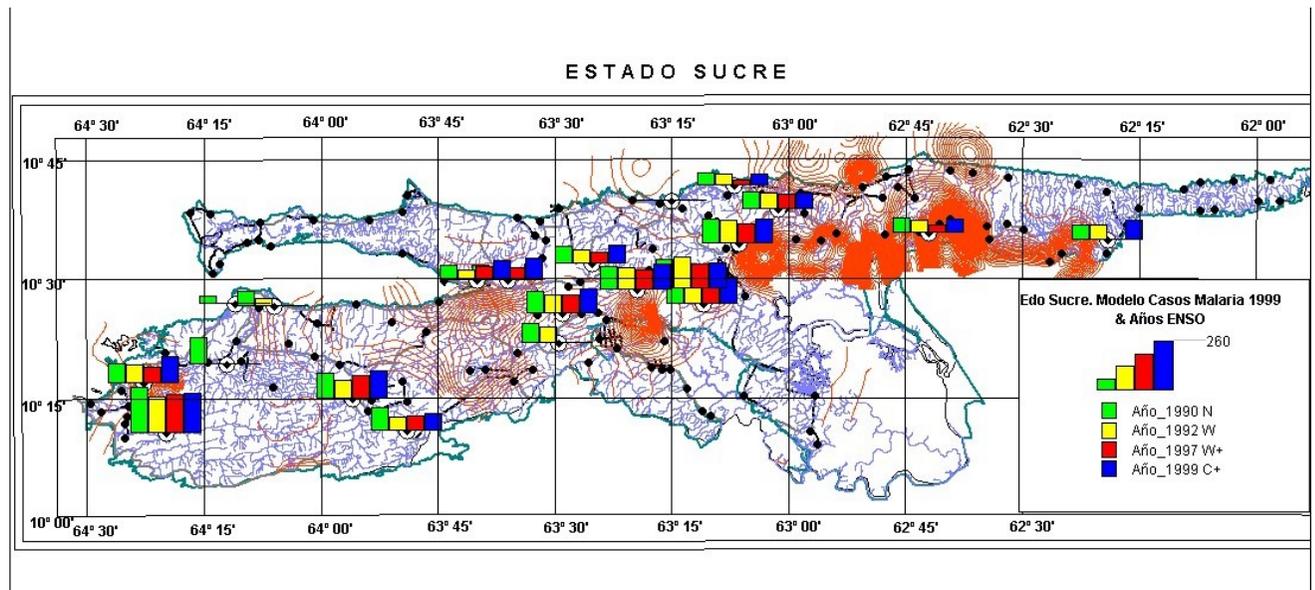
El sistema ecológico multifactorial complejo de la malaria se expresa también espacialmente de manera heterogénea. Esta variabilidad espacial se manifiesta no solo en la distribución de las precipitaciones sino también en la dinámica propia de la enfermedad. De forma general es posible observar, como la precipitación anual acumulada, varía durante los eventos ENSO, siendo mayor durante los episodios fríos o Niña particularmente en las zonas costeras, e inferior durante los eventos cálidos o Niño, en tanto que en los años neutros la precipitación es casi siempre superior a la acumulada durante los años ENSO cálidos (Fig. 3 y 4). Los factores topográficos pueden en efecto, modificar estas tendencias, así en las estaciones climatológicas localizadas en relieve montañoso son menos perceptibles estas variaciones, aunque en algunos casos puede afirmarse que llueve mas en los años neutros y fríos que en los cálidos que parecen presentar un déficit hídrico, lo que puede estar relacionado con el mantenimiento de la lamina de agua en los humedales, hacia donde drenan las corrientes de agua de las tierras altas, y por ende con la persistencia de los criaderos del vector (Fig. 3 y 4).

Estos análisis en la distribución regional de la precipitación en el Estado, se contrastaron con los modelos espaciales de incidencia malárica durante los años ENSO, encontrándose importantes coincidencias entre la incidencia y extensión de los focos de malaria con los Episodios ENSO-Niño, Niña.



**Figura 3.** Variabilidad Climática y dinámica espacial de la malaria para el año 1997.

Asimismo, se encontraron tendencias significativas ( $r^2 > 0,50$ ,  $p < 0,05$ ) entre el incremento de los casos de malaria y los fenómenos La Niña (definidos para como períodos lluviosos en su mayor parte). Lo que apoya la observación anterior.



**Figura 4.** Variabilidad Climática y dinámica espacial de la malaria para el año 1999.

Un ejemplo de esta relación puede observarse, a través del análisis espacial, en las Fig. 3 y 4, correspondientes a los modelos espaciales de incidencia de la enfermedad en los años 1997, año

cálido- Niño y 1999 año frío- Niña, desarrollados con asistencia de tecnología SIG<sup>3</sup>. En el primer caso la extensión de los focos maláricos durante el episodio cálido de 1997 es menor, a la extensión de los observados en 1999 durante el episodio frío –Niña, y los brotes nuevos parecen localizarse mas hacia la zonas costeras, en tanto que durante el episodio de 1999 estos parecen extenderse desde las zonas endémicas hacia las áreas internas del golfo de Paria. Estas vinculaciones observadas, entre la dinámica de la enfermedad y la variabilidad climática en el estado Sucre, deben entonces llamar la atención sobre la posibilidad de anticipar la ocurrencia de brotes maláricos, utilizando la información epidemiológica y la proveniente de los sensores remotos climáticos que monitorean los eventos ENSO. Esta información, mas las provenientes de las redes climatológicas locales y de las agencias climáticas especializadas como la NOAA y IRI<sup>4</sup>, integradas en un SIG, pueden asistir a las autoridades sanitarias y de protección civil en el momento de implementar medidas de control, y queda en evidencia tal como lo plantean Delgado *et al.* (2004b), que la tecnología geoespacial se constituye *per se* en una excelente herramienta de predicción y por ende de prevención para un mejor manejo de estas enfermedades.

Nuestros resultados son consistente con lo reportado por Githeko *et al.* (2001), que las relaciones entre la variabilidad climática y la ocurrencia de casos, de cualquier enfermedad metaxénica como la malaria en este caso, desde el nivel país-Venezuela, pasando por las regionales -estado Sucre, hasta las particularidades locales, tienen y seguirán teniendo un efecto a diferentes escalas y su expresión puede sentirse a corto, mediano y largo plazo.

### **Conclusiones**

La malaria es un sistemas multifactorial complejo, en consecuencia su dinámica varia no solo por los cambios climatológicos atribuibles a los episodios ENSO, sino también por factores socio-económico y político-administrativos.

Se expresa también de manera heterogénea espacialmente, aunque se observaron importantes asociaciones entre los eventos ENSO y la magnitud e intensidad de los focos maláricos.

Se manifiesta con mayor intensidad durante las fase fría de los episodios ENSO, lo que parece coincidir con una mayor abundancia en las precipitaciones que favorece el mantenimiento de la lamina de agua en los humedales y tierras bajas y en consecuencia de las condiciones ambientales propicias para la reproducción del vector.

La aplicación de tecnología geoespacial asiste y facilita en la toma de decisiones en el área de salud pública al permitir evaluar la efectividad de planes de control y diseñar estrategias preventivas para manejo de estas enfermedades.

### **Agradecimientos**

Los autores L. Delgado, K Córdova y A Rodríguez expresan su agradecimiento al Br. Manuel Ponce y a la Lic. Yesenia Bocanegra por su contribución en el manejo de la data epidemiológica. Todos los autores expresan agradecimiento al personal de la zona 11 de Malariología (Fundasalud) Carúpano y al de las diferentes demarcaciones sanitarias por su apoyo, de manera especial al Dr. Darío González. Al proyecto Clima y Salud-Venezuela-IAI: Diagnostics and Prediction of Climate Variability and Human Health Impacts in the Tropical Americas, a collaborative research network (CRN) funded by the [Inter-American Institute for Global Change Research](#) (IAI).

---

<sup>3</sup> SIG: Sistemas de Información Geográficos.

<sup>4</sup> Internacional Research Institute for Climate Prediction, IRI, Seasonal forecast, CPC-Climate prediction Center, NOAA- Nacional Oceanographic and Atmospheric Administration. Regional Climate Maps.

## Bibliografía

- Delgado. L, Luis Gamboa y Napoleón León. 2000. Aspectos Geográficos Relacionados con un Problema de Salud Pública: La Malaria en el Estado Sucre. *Revista Terra nueva etapa*. Publicación del Instituto de Geografía y Desarrollo Regional, Universidad Central de Venezuela. Vol. XVI N° 25: 80-93.
- Delgado. L, S. Ramos, N. Martínez y Gamboa, L. 2003a. La Malaria en el Estado Sucre: Caso de Estudio Sobre la Relevancia de los Métodos Geospaciales en Problemas de Salud Pública. *Acta Científica Estudiantil* Vol 1 (3) pp: 83-95.
- Delgado. L, S. Ramos, N. Martínez y García. P. 2003b. Ecología De Paisajes, Sensores Remotos Y Sistemas De Información Geográfica: Nuevas Perspectivas Para El Manejo De Problemas En Salud Pública, Caso Particular La Malaria en el Estado Sucre, Venezuela. *Acta Científica Estudiantil* Vol 1 (4) pp: 128-142
- 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*; 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/> a3/n4. Boletín N°4.
- Githeko A, Lindssay S, Confalonieri U y Patz J. 2001. El cambio Climático y las Enfermedades Transmitidas por Vectores: Un análisis Regional. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*. Recopilación de Artículos Boletín N° 4, pp: 72-82
- Gómez Echeverri. Editor. (2002). Cambio Climático y Desarrollo. Yale School of Forestry and Environmental Studies, PNUD, pag.22.
- Internacional Research Institute for Climate Prediction, IRI, Seasonal forecast, CPC-Climate prediction Center, NOAA-Nacional Oceanographic and Atmospheric Administration. Regional Climate Maps.
- MARA/ ARMA (2004). "Toward an Atlas of Malaria Risk in Africa". Technical Report, Development Research Centre (IDRC), the South African Medical Research Council (SAMRC). Mapping Malaria Risk in Africa. Disponible en: URL: <http://www.mara.org.za/> Fecha de Acceso: 20/03/2004.
- Poveda G, Rojas W, Quiñónez ML, Vélez ID, Mantilla RI, Ruiz D, Zuluaga JS, Rúa GL. 2001. Coupling between annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia. *Environ Health Perspect*. 109: 489-93.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.