

IMPACTO DE LOS EVENTOS DE *EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION* (ENSO) SOBRE LA LEISHMANIOSIS CUTÁNEA EN SUCRE, VENEZUELA, A TRAVÉS DEL USO DE INFORMACIÓN SATELITAL, 1994 - 2003*

Gilberto Cabaniel S.¹, Liliana Rada T.², Juan J. Blanco G.³, Alfonso J. Rodríguez-Morales^{3,4}, Juan P. Escalera A.^{5,6}

RESUMEN

Objetivos: Describir los posibles impactos de El Niño *Southern Oscillation* (ENSO) sobre la leishmaniosis cutánea (LC) en Sucre, Venezuela en el período 1994-2003. **Materiales y Métodos:** La data climática se obtuvo de sistemas remotos y fue clasificada de acuerdo con la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA) en periodos El Niño, Neutral o La Niña, usando el *Southern Oscillation Index* (SOI) como indicador de variabilidad. Los datos de LC fueron obtenidos de la Gerencia de Saneamiento Ambiental en Sucre. Se realizaron comparaciones de las variaciones anuales y desviaciones de las tendencias medias, entre la incidencia de LC y variabilidad climática, así como modelos de regresión. **Resultados:** Se registraron entre 1994 -2003 en Sucre 2212 casos de LC. Se observaron tres fases importantes de El Niño: 1994-1995, 1997-1998 y 2001-2003, la más relevante correspondió a 1997-1998, que fue seguido de un periodo frío y lluvioso en 1999 (La Niña). Durante 1999/2000, se registraron 360 casos de LC en Sucre, con importante variabilidad intraanual, se observó un incremento en 66,7% de los casos de LC ($F=10,06$, $p=0,0051$) asociado a la presencia de La Niña débil (poco frío y lluvioso). Los modelos mostraron que a mayores valores del SOI menor incidencia de LC ($r^2=0,3308$, $p=0,0504$). El incremento sobre la tendencia media de las precipitaciones se asoció con incrementos sobre las tendencias de la LC durante 1994-2003 ($p=0,0358$). **Conclusiones:** Estos datos reflejan la importancia del ENSO sobre la incidencia de la LC, abriendo una nueva línea de investigación con posible impacto en la predicción y monitoreo con relevancia en salud pública.

Palabras clave: *Leishmaniasis Cutánea; Ambiente; Sistemas de Información Geográfica; Cambio Climático, El Niño Oscilación Sur* (fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

Objectives: To determine the possible impact of El Niño Southern Oscillation (ENSO) on cutaneous leishmaniasis in Sucre, Venezuela, for the 1994-2003 period. **Materials and Methods:** Climatic data was obtained using remote systems, and it was classified according to the National Oceanographic and Atmospheric Administration criteria for El Niño, Neutral, or La Niña periods, using the Southern Oscillation Index (SOI) as a variability indicator. Cutaneous leishmaniasis data was obtained from the Environmental Sanitation Management Office in Sucre. Comparisons of annual variations and deviations from average trends were performed for cutaneous leishmaniasis incidence and climatic variability, and regression models were also used. **Results:** Between 1994 and 2003, 2212 cases of cutaneous leishmaniasis cases were recorded. Three important El Niño phases were observed: 1994-1995, 1997-1998, and 2001-2003, being the one in 1997-1998 the most relevant one, which was followed by a chilly and rainy season in 1999 (La Niña). During 1999-2000, 360 cutaneous leishmaniasis cases were recorded in Sucre, with an important variability within a year, and a 66,7% increase in cutaneous leishmaniasis cases ($F= 10,06$, $p= 0,0051$) associated with the presence of a weak La Niña phenomenon (not too cold and rainy). Models showed that with higher SOI values, there was a reduced incidence of cutaneous leishmaniasis ($r^2= 0,3308$; $p= 0,0504$). The increase with respect to the average trend in rain was associated with increases in trends for cutaneous leishmaniasis in the period from 1994 to 2003 ($p= 0,0358$). **Conclusions:** These data reflect the importance of ENSO upon cutaneous leishmaniasis incidence, opening a new research line, with a possible impact on prediction and monitoring, which is relevant for public health.

Key words: *Cutaneous Leishmaniasis, Environment, Geographical Information Systems, Climate Changes, El Niño Southern Oscillation (ENSO)* (source: DeCS BIREME).

¹ Dirección Regional de Salud de Miranda. Miranda, Venezuela.

² Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

³ Gerencia de Saneamiento Ambiental y Malariología. Sucre, Venezuela.

⁴ Centro Trujillano de Investigaciones Parasitológicas José Witremundo Torrealba, Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.

⁵ National Center YPE. Lingfield, Reino Unido.

⁶ Facultad de Medicina, Universidad del Valle. La Paz, Bolivia.

INTRODUCCIÓN

La leishmaniosis cutánea (LC) es una enfermedad tropical parasitaria metaxénica causada por especies del género *Leishmania*, siendo en América vectorizada por flebótomos del género *Lutzomyia*¹. La leishmaniosis es una de las enfermedades con una mayor carga en términos de discapacidad para la vida, estimada para el año 2003 a nivel mundial en 2,4 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD)². La dinámica poblacional de los flebótomos transmisores puede ser, al igual que en otras enfermedades metaxénicas, influenciada por la variabilidad climática³.

Como en la malaria y el dengue, los vectores de estas enfermedades son susceptibles a muchas variaciones ambientales y particularmente meteorológicas que pueden afectar el ciclo de vida del insecto, tales como las precipitaciones, temperatura, humedad, entre otras^{4,5}. Todas estas variables son a su vez afectadas por la variabilidad climática, definida como variaciones en el estado promedio y otros parámetros estadísticos del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de eventos climáticos individuales.

Esta variabilidad puede ser causada por procesos naturales internos dentro de un sistema climático, debido a variaciones en las fuerzas naturales, o por influencias antropogénicas externas, esto último incluido dentro del concepto de cambio climático global⁶. Las enfermedades tropicales que más se han estudiado en relación a su variación de acuerdo con influencias climáticas son la malaria y el dengue⁷⁻¹², pero otras enfermedades como la leishmaniosis han sido muy poco estudiadas¹³⁻¹⁵, especialmente en las Américas. Por estas razones en el presente trabajo se evalúan los posibles impactos de los eventos del fenómeno El Niño *Southern Oscillation* (ENSO) sobre la leishmaniosis cutánea en Sucre, Venezuela, durante el período 1994-2003, como parte de los actuales estudios sobre variabilidad climática y su impacto en enfermedades tropicales que se llevan a cabo en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estado Sucre, Venezuela se encuentra ubicado al noreste del país, 10° 02' 38" LN – 10° 45' 30" LN, 61°

50' 48" LO – 61° 31' 47" LO (Figura 1). Dicha región administrativa se encuentra localizada en un área con una gran variedad de ecosistemas, aunque corresponde desde un punto de vista general, con un ambiente de selva tropical lluviosa de acuerdo a la clasificación de zonas de vidas de Holdridge.

En su parte norte, y en menor extensión en la sur, existen muchas zonas de manglares y playas en la costa, con una serie de valles que desciende súbitamente desde montañas de poca elevación (<1500 msnm), con vegetación abundante y variada de bosques y sabanas. En la zona sur, las pendientes hacia las costas son menos graduales, abriéndose grandes zonas de sabanas planas donde se encuentran también humedales y manglares (Figura 2). Existe una gran cantidad de ríos pequeños atravesando los valles de poca pendiente y mal drenaje, estas condiciones generan lugares con condiciones potenciales para el desarrollo de criaderos de vectores de enfermedades tropicales¹⁶. La altitud de Sucre varía desde los 0 a los 2600 msnm.

Las condiciones ecológicas (rango de promedio en las precipitaciones: 243-2300 mm/año; rango de temperatura promedio: 12-27 °C) son propicias para el desarrollo biológico de *Lutzomyia spp* y otros insectos¹⁶, teniendo al ser humano viviendo cerca de sus criaderos. La población de Sucre es de 679 595 personas en 15 municipios (con una superficie total de 11800 km²) que se dedican fundamentalmente a la pesca y la agricultura de subsistencia produciendo ocumo, café y cacao. En otras partes de Venezuela y en otros países, los cultivos de café y cacao se han asociado con la leishmaniosis cutánea y sus vectores¹⁷⁻¹⁹.

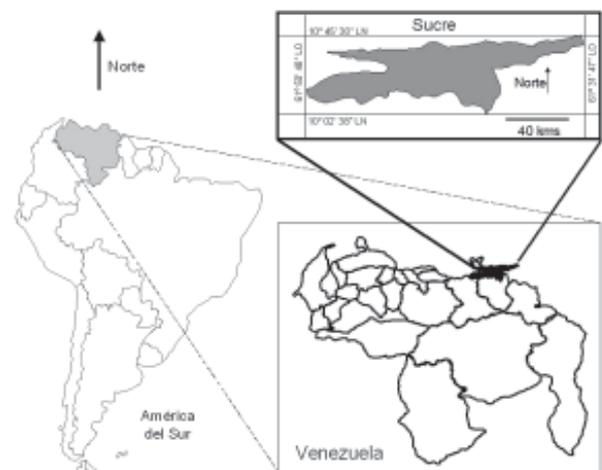


Figura 1. Ubicación del estado Sucre, Venezuela.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, basado en los registros de los casos notificados de leishmaniosis cutánea en el período 1994-2003 en Sucre, Venezuela y los eventos macroclimáticos relacionados con la presencia del fenómeno de *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) y microclimáticos relacionados con las precipitaciones.

DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

Se definió como caso de leishmaniosis cutánea a todo aquel que fuese diagnosticado clínicamente así como con al menos uno de los estudios paraclínicos realizados para confirmar el diagnóstico (biopsia, cultivo, intradermorreacción, serología, PCR), los cuales son registrados inicialmente por la Unidad de Dermatología Sanitaria y obtenidos de la Gerencia de Saneamiento Ambiental y Malariología del estado Sucre, Venezuela.

DATOS CLIMÁTICOS

La información macroclimática fue obtenida por sistemas de información remota (satelital), principalmente de la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA)²⁰, los eventos climáticos fueron clasificados de acuerdo con la NOAA en: El Niño (débil, moderado y fuerte), Neutral, y La Niña (débil, moderada y fuerte), según las siguientes variables macroclimáticas: *Southern Oscillation Index* (SOI) (índice de oscilación del sur) como principal indicador de la variabilidad climática global (el cual se basa en las fluctuaciones mensuales en la diferencia de presión de aire [mb-1000] entre Tahití y Darwin). El SOI se puede calcular matemáticamente de la siguiente forma:

$$SOI = 10 \frac{[P_{diff} - P_{diffav}]}{SD(P_{diff})}$$

donde, P_{diff} = (promedio de la presión media a nivel del mar en Tahiti para el mes) - (promedio de la presión media a nivel del mar en Darwin); P_{diffav} = promedio del período de análisis de los P_{diff} para el mes en cuestión; y $SD(P_{diff})$ = desviación estándar del período de análisis de los P_{diff} para el mes en cuestión. Se multiplica x 10 por convención. Usando dicha convención los valores del SOI se encuentran en el rango de -35 a +45.

Adicionalmente se usó el indicador *Oscillation Niño Index* (ONI) (índice de oscilación del Niño) el cual es



Figura 2. Aspecto característico de las zonas de manglares y costas del estado Sucre, Venezuela.

el promedio trimestral de las anomalías climáticas en la temperatura de la superficie del mar [°C] en la región El Niño 3,4 [5° LN-5° LS, 120°-170° LO], calculadas por el programa ERSST.v2.

Debe mencionarse que en el Noreste de Venezuela el SOI expresa que valores > 0 indican anomalías con tendencia a La Niña, lo cual se traduce en un incremento en las precipitaciones y bajas temperaturas, y < 0 disminución en precipitaciones y temperaturas altas. En tanto que el ONI expresa lo contrario, valores > 0 indican anomalías climáticas con tendencia a El Niño, presentándose sequías, < 0 incremento en las lluvias por tendencia a La Niña.

La información pluviométrica o sobre las precipitaciones fue obtenida de estaciones meteorológicas en tierra del Instituto de Agricultura y Tierras del estado Sucre. Para el análisis se obtuvieron los datos recolectados de 5 estaciones (representativas de las zonas de mayor incidencia de leishmaniosis), la cual es registrada en forma mensual y compilada anualmente, tanto en forma agregada como promedial. Para el análisis comparativo de la relación entre anomalía en las precipitaciones y el número de casos de leishmaniosis cutánea se tomó en cuenta la media de las precipitaciones periódicas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron comparaciones en las variaciones mensuales y anuales, y las desviaciones de las tendencias medias, entre la incidencia de la leishmaniosis cutánea y la variabilidad climática (ANOVA), así como modelos de regresión lineal con ambas variables para estimar la significancia estadística de la asociación entre estas. Los análisis estadísticos se llevaron a

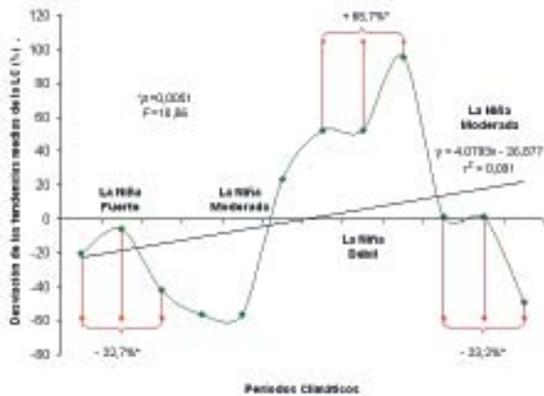


Figura 3. Comparación de las variaciones y desviación de las tendencias medias de la LC con relación a los períodos climáticos para el año 1999, Sucre, Venezuela.

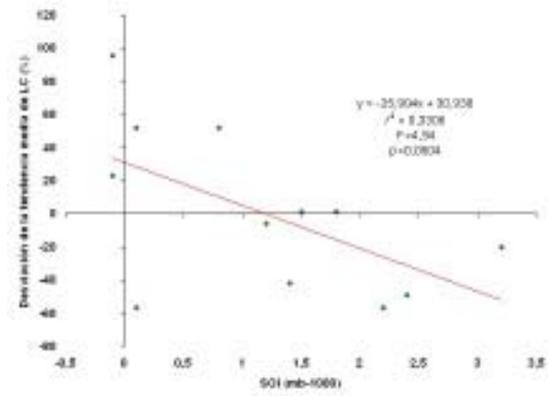


Figura 4. Scatter plot con regresión lineal entre la desviación de la tendencia media de la LC y el índice SOI (mb-1000) para el año 1999, Sucre, Venezuela.

cabo con los paquetes estadísticos SPSS 10.0 y GraphPad Prism 4.0 con un nivel de confianza de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

En el período de estudio se registraron 2112 casos de leishmaniosis cutánea en Sucre, con un promedio de $211,20 \pm 41,81$ casos ($\pm DE$). Durante los años evaluados se observaron tres fases importantes de El Niño: 1994-1995, 1997-1998 y 2001-2003, la más relevante climáticamente hablando fue la correspondiente a 1997-1998.

Durante el año 1998 se observó una considerable variabilidad climática, precedido por el evento de El Niño de 1997, el cual alcanzó su máxima expresión durante principios del año 1998, para luego enfriarse e incrementar las precipitaciones como se observó durante el año 1999 (año La Niña).

Durante el periodo 1999/2000, se registraron 360 casos de LC en Sucre, con una importante variabilidad intraanual, promedio de $17,8 \pm 6,9$ casos/mes). El mes con mayor incidencia fue septiembre 1999 (27 casos), en tanto que el municipio más afectado fue Arismendi (ubicado al noreste del Estado) (35,3% del total de casos acumulados en 1999/2000).

En los meses de La Niña moderada del año 1999 (fríos) (SOI promedio de $1,32 \pm 1,07$ mb-1000) se observó una disminución promedio de 23,2% en los casos de LC, en tanto que durante La Niña fuerte (muy fríos y lluviosos) (SOI promedio de $1,93 \pm 1,1$ mb-1000) ocurrió una disminución de un 22,7%; finalmente con el calentamiento hacia La Niña débil (poco frío y lluvioso) (SOI promedio de $0,27 \pm 0,47$ mb-1000) se

evidenció un incremento promedio de 66,7% ($F=10,06$, $p=0,0051$) (Figura 3).

El análisis de los modelos de regresión mostró que con mayores valores observados en el índice SOI había menor incidencia de la LC, aunque la asociación no fue estadísticamente significativa ($r^2=0,33$, $p=0,05$) (Figura 4).

Ahora bien, al estudiar la relación entre el SOI y la incidencia de LC para el período 1994-2003 los modelos de regresión mostraron que con mayores valores observados en el índice SOI había mayor incidencia de la LC, pero la asociación no es estadísticamente significativa ($r^2=0,00987$, $p=0,7934$).

Así mismo, al evaluar el ONI los modelos de regresión mostraron que con mayores valores observados en el

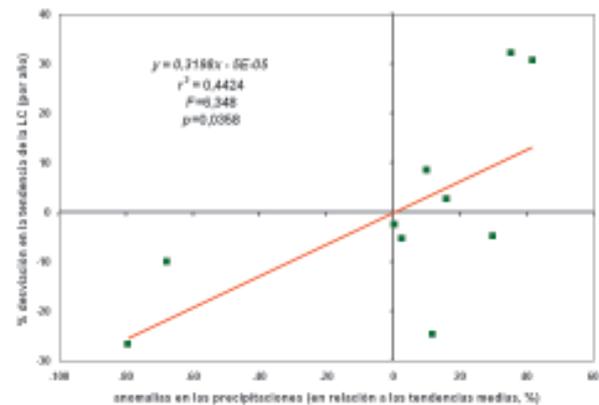


Figura 5. Scatter plot con regresión lineal entre la desviación de la tendencia media de la LC y las desviaciones en la tendencia de las precipitaciones para el período 1994-2003, Sucre, Venezuela.

índice ONI había mayor menor incidencia de la LC, aunque no significativo estadísticamente ($r^2=0,034$, $p=0,60$).

Finalmente al estudiar la relación entre las precipitaciones en la serie de tiempo y su asociación con la incidencia de la leishmaniosis, se observó que este era el factor climático más significativamente asociado con el incremento de la enfermedad ($r^2=0,4424$, $p=0,0358$) (Figura 5).

DISCUSIÓN

Las variaciones climáticas pueden potencialmente afectar la dinámica epidemiológica de cualquier enfermedad metaxénica. La leishmaniosis puede estar bajo la influencia de los actuales cambios climáticos y cambiar en base a factores sociales, pero también a situaciones estacionales que propician el desarrollo biológico del vector.

Los datos hallados en este estudio indican los potenciales impactos de la variabilidad climática sobre la leishmaniosis cutánea. Se requiere de estudios profundos al respecto orientados a desarrollar estrategias para una mejor vigilancia de estas enfermedades con las bases de la predicción y la detección temprana de condiciones apropiadas para el incremento en la incidencia de la enfermedad, tal como se ha venido haciendo con la malaria y el dengue^{8,21}.

Para leishmaniosis, sólo dos estudios anteriormente publicados han indicado los cambios potenciales en la enfermedad^{14,15}. Estudios de modelaje en el Sudeste Asiático han demostrado el rango potencial de dispersión de *Phlebotomus papatasi* con el cambio climático global¹⁴. En Italia, estudiando la variabilidad climática y la transmisión por *P. perniciosus*, se encontró que las bajas temperaturas parecen ser uno de los factores que evitan su dispersión al norte de Europa¹⁵. *Phlebotomus perfiliewi*, especie sospechosa de transmitir LC, se encuentra en regiones con temperaturas altas y bajas más extremas. Los incrementos en la temperatura parecen, probablemente, acelerar el desarrollo de los protozoarios, *Leishmania*, pero inhibir a *P. perniciosus*; por ende los efectos finales aun no son claros. Las poblaciones de *P. perniciosus* se han encontrado en zonas tan nórdicas de Europa como París, Francia, ya que se sabe que pueden sobrevivir temperaturas de invierno tal como ha sido notificado en el Reino Unido¹⁵.

Recientemente, también en Portugal se ha indicado una posible asociación entre los cambios climáticos y

ambientales y la distribución temporoespacial de los vectores de la leishmaniosis en dicho país, indicando un significativo incremento de *P. aiasi* y *P. perniciosus*, entre otras especies, entre los años 1994 y 2002/2003, debido a la variabilidad climática²².

En otros estudios en curso se está observando que una de las variables climáticas más importantes asociada con incrementos significativos en la incidencia de la LC, es la tasa de precipitaciones, tal como se observó en nuestro estudio. El incremento sobre la tendencia media de las precipitaciones se asocia con incrementos sobre las tendencias de la LC, mostrando asociaciones estadísticamente significativas en los modelos de regresión lineal entre ambas variables. Los índices climáticos tales como el SOI o el ONI pueden ser útiles dada su accesibilidad y disponibilidad para este tipo de estudios, aunque en nuestra experiencia tiene mayor relación las anomalías en las precipitaciones. Dado que el SOI expresa las anomalías en la presión de aire (indicador mas global) y el ONI expresa las anomalías en la temperatura superficial del mar, el primero podría tener mayor utilidad como indicador de la variabilidad macroclimática.

Aún cuando nuestro estudio tiene por limitación que falta por modelar índices entomológicos de *Lutzomyia* que han sido referidos previamente²³ pero sin relacionar con las variaciones climáticas; muestra una asociación entre el patrón epidemiológico de la enfermedad y el clima, que debe ser precisado en un futuro con estudios entomológicos que tomen en cuenta las variables estudiadas así como otras, tales como humedad relativa, altitud, temperaturas máximas y mínimas. Más aun, el aceptado cambio climático que se está produciendo a nivel mundial ha hecho pensar en la posibilidad de que enfermedades tropicales como la leishmaniosis puedan tomar áreas donde previamente no estaban presentes o eran de poca importancia, debido a condiciones favorables para la dispersión geográfica de los vectores, tal como se ha planteado en España y la cercanía con zonas endémicas de África para dichas enfermedades tropicales²⁴.

Un punto importante a comentar también está dado por el apropiado registro de los casos, la mejora en las técnicas diagnósticas y en la transmisión de la información a través de las bases de datos. Es obvio en enfermedades endémicas que pueden tener un carácter crónico, como la leishmaniosis cutánea, puede existir un considerable subregistro de casos. Esto pudo haber influido en no encontrar significancia estadística con relación a los índices climáticos evaluados, particularmente el ONI. El disminuir dicha situa-

ción permitirá modelar epidemiológicamente mejor la relación entre las variables epidemiológicas y las climáticas. Clásicamente, en Venezuela y en muchos países de Latinoamérica, no existen programas formales de lucha contra la leishmaniosis como sí ocurre con la malaria, dengue, enfermedad de Chagas, entre otros. Esto también puede tener, ciertamente, un impacto positivo en un mejor registro de la información, en su diagnóstico, tratamiento y prevención, sobre todo si pueden usarse los elementos de la variabilidad climática en la predicción de posibles zonas con mayor riesgo para la presentación de nuevos casos, dadas las condiciones propicias que se crean para el desarrollo de vectores de la enfermedad.

En conclusión, estos hallazgos reflejan la importancia de la variabilidad climática sobre la incidencia de la LC y la relación con la transmisión vectorial por especies de flebotomos, siendo las precipitaciones el factor climático más significativamente asociado con el comportamiento de la enfermedad. En la región evaluada en el presente trabajo se puede observar un incremento de la LC ante la presencia de la fase de La Niña del ENSO. Todo esto tiene importancia al poder modelar las relaciones y prever posibles incrementos en la enfermedad ante la determinación de anomalías climáticas con tendencia a La Niña, las cuales están bajo un proceso de monitorización y vigilancia mediante herramientas de detección locales y satelitales que en última instancia pueden permitir tomar decisiones en políticas de salud casi en tiempo real.

Tal como ha sido indicado recientemente para la leishmaniosis visceral²⁵, los cambios climáticos pueden explicar también en parte la aparición de brotes epidémicos y vincularse a un aumento en la capacidad vectorial al incrementarse las tasas de reproducción tanto de vectores como de los patógenos propiciando mayor transmisión y mayor número de casos temporal y espacialmente.

Estos nuevos conceptos permiten abrir nuevas líneas de investigación en el desarrollo de posibles sistemas de predicción, modelaje y monitoreo con relevancia en salud pública para un mejor control de la enfermedad²⁶.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Davies CR, Reithinger R, Campbell-Lendrum D, Feliciangeli D, Borges R, Rodriguez N.** The epidemiology and control of leishmaniasis in Andean countries. *Cad Saude Publica* 2000; 16(4): 925-50.
- World Health Organization.** Communicable diseases 2002: global defence against the infectious disease threat. Geneva: WHO; 2003. p. 6-11.
- Rodríguez Morales AJ, Cárdenas R, Sandoval C, Baptista G, Jaimes E, Mendoza JG, et al.** Medio ambiente y protozoosis sistémicas: I. Variabilidad climática y sus efectos en la malaria. *Academia* 2004; 2(1): 26-32.
- Bayoh MN, Lindsay SW.** Effect of temperature on the development of the aquatic stages of *Anopheles gambiae* sensu stricto (Diptera: Culicidae). *Bull Entomol Res* 2003; 93(5): 375-81.
- Delgado L, Ramos S, Martínez N, García P.** 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* 2003; 1(4): 128-42.
- World Health Organization.** Climate change and human health. Risk and responses. Editors: McMichael AJ, Campbell-Lendrum DH, Corvalan CF, Ebi KL, Scheraga JD, Woodward A. Geneva: WHO, WMO and UNEP; 2003.
- Patz JA, McGeehin MA, Bernard SM, Ebi KL, Epstein PR, Grambsch A, et al.** The potential health impacts of climate variability and change for the United States: Executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. *Environ Health Perspect* 2000; 108(4): 367-76.
- Delgado L, Córdova K, Rodríguez AJ.** Epidemiological impact of climatic variation on malaria dynamics in a northeastern region of Venezuela. *Int J Inf Dis* 2004; 8(Suppl 1): S23-S24.
- Gagnon AS, Smoyer-Tomic KE, Bush AB.** The El Niño southern oscillation and malaria epidemics in South America. *Int J Biometeorol* 2002; 46(2): 81-89.
- Delgado L, Córdova K, Rodríguez AJ.** Usefulness of climatic remote sensors in prevention and diagnosis of environmental conditions related to tropical disease dynamics: malaria in Sucre state, Venezuela. *Proceedings of XI Latinoamerican Symposium on Remote Sensing and Spatial Information Systems (SELPERS)*, Santiago de Chile, Chile, November, 22-26, 2004. (CD-ROM)
- Morrison AC, Getis A, Santiago M, Rigau-Perez JG, Reiter P.** Exploratory space-time analysis of reported dengue cases during an outbreak in Florida, Puerto Rico, 1991-1992. *Am J Trop Med Hyg* 1998; 58(3): 287-98.
- Rodríguez AJ, Rada L, Daza V, Barbella R.** Correlación de pluviometría con la incidencia del dengue en el segundo semestre de 2002 en Venezuela (CL-095). En: XVIII Congreso Científico Internacional de FELSOCM, XV Congreso Científico Nacional de ABOLSCM. La Paz: Federación Latinoamericana de Sociedades Científicas de Estudiantes de Medicina; 2003. p. 28.
- Cross ER, Hyams KC.** The potential effect of global warming on the geographic and seasonal distribution of *Phlebotomus papatasi* in southwest Asia. *Environ Health Perspect* 1996; 104(7): 724-27.

14. **Cross ER, Newcomb WW, Tucker CJ.** Use of weather data and remote sensing to predict the geographic and seasonal distribution of *Phlebotomus papatasi* in southwest Asia. *Am J Trop Med Hyg* 1996; 54(5): 530-36.
15. **Kuhn KG.** Global warming and leishmaniasis in Italy. *Bull Trop Med Int Health* 1999; 7(1): 1-2.
16. **Zoppi de Roa E, Gordon E, Montiel E, Delgado L, Berti J, Ramos S.** Association of cyclopoid copepods with the habitat of the malaria vector *Anopheles aquasalis* in the peninsula of Paria, Venezuela. *J Am Mosq Control Assoc* 2002; 18(1): 47-51.
17. **Alexander B, Oliveria EB, Haigh E, Almeida LL.** Transmission of *Leishmania* in coffee plantations of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2002; 97(5): 627-30.
18. **Alexander B, Agudelo LA, Navarro F, Ruiz F, Molina J, Aguilera G, et al.** Phlebotomine sandflies and leishmaniasis risks in Colombian coffee plantations under two systems of cultivation. *Med Vet Entomol* 2001; 15(4): 364-73.
19. **Rojas E, Scorza JV, Morales G, Morales C, Barazarte R, Torres A.** Diversity and species composition of sand flies (Diptera: Psychodidae) in a Venezuelan urban focus of cutaneous leishmaniasis. *J Am Mosq Control Assoc* 2004; 20(2): 189-94.
20. **Climate Prediction Center [página de internet].** Maryland: National Weather Center, National Centers for Environmental Prediction, Climate Prediction Center [Fecha de acceso: 1 de julio de 2004]. Disponible en: <http://www.cpc.noaa.gov>
21. **Rogers DJ, Randolph SE, Snow RW, Hay SI.** Satellite imagery in the study and forecast of malaria. *Nature* 2002; 415(6872): 710-15.
22. **Afonso MO, Campino L, Cortes S, Alves-Pires C.** The phlebotomine sandflies of Portugal. XIII—Occurrence of *Phlebotomus sergenti* Parrot, 1917 in the Arrabida leishmaniasis focus. *Parasite* 2005; 12(1): 69-72.
23. **Rabinovich JE, Feliciangeli MD.** Parameters of *Leishmania braziliensis* transmission by indoor *Lutzomyia ovallesi* in Venezuela. *Am J Trop Med Hyg* 2004; 70(4): 373-82.
24. **López-Vélez R, Molina Moreno R.** Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev Esp Salud Publica* 2005; 79(2): 177-90.
25. **Cárdenas R, Sandoval C, Rodríguez Morales AJ, Hernández Rangel D, Jaimes E, Mendoza JG.** Medio ambiente y protozoosis sistémicas: II. Características fisiográficas del entorno y su asociación en la leishmaniasis visceral. *Academia* 2004; 3: 35-40.
26. **Rodríguez-Morales AJ.** Ecoepidemiología y epidemiología satelital: Nuevas herramientas en el manejo de problemas en salud pública. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 2005; 22(1): 54-63.

Correspondencia: Gilberto Cabaniel.

Dirección: Ed. Sigulda, P-9, 93. El Cigarral, Calle 2, Urb. La Boyera. Caracas 1083, Venezuela.

Teléfono: +58-212-963-48-87. *Fax:* +58-212-442-97-90.

Correo electrónico: gilbertocabanielmd@yahoo.es.