

MEDIO AMBIENTE Y PROTOZOOSIS SISTEMICAS

II. Características Fisiográficas del Entorno y su Asociación en la Leishmaniasis Visceral

Rocío Cárdenas, Bacteriol. B.Sc. , Claudia M. Sandoval, Biol. B.Sc., Alfonso J. Rodríguez Morales, M.D., Dalila Hernández Rangel, D.V.M., Edgar Jaimes, Ph.D., José Gregorio Mendoza, M.Sc.

Resumen

La leishmaniasis visceral (LV) es la forma más grave de las leishmaniasis, ya que puede causar la muerte y existen grandes limitantes en cuanto a su diagnóstico y tratamiento. Esta enfermedad transmitida por vectores del género *Phlebotomus sp.* en el viejo mundo y *Lutzomyia sp.* en las Américas, es endémica en 88 países con la presencia de focos de transmisión de características rurales y más recientemente también urbanos. Debido a estas situaciones existen estudios acerca de las variaciones fisiográficas y los distintos elementos climáticos que inciden en la biología del vector y de los reservorios para la transmisión de la LV. Se han asociado algunos cambios climáticos y procesos de urbanización con la emergencia de la enfermedad y la aparición de casos periurbanos. En este artículo se revisan algunos aspectos de las asociaciones entre los componentes del medio ambiente y la LV una de las protozoosis sistémicas presentes en Venezuela. Palabras Claves: Leishmaniasis visceral, Ecoepidemiología, Variabilidad climática, Medio Ambiente.

Introducción

Se conoce como leishmaniosis o leishmaniasis a un conjunto de manifestaciones clínicas producidas por la infección que tiene por agentes etiológicos diversas especies del género *Leishmania*. Se considera que al menos 20 especies de *Leishmania* son responsables de las distintas formas clínicas con que pueden presentarse en la enfermedad: cutánea (localizada o difusa), mucocutánea y visceral, cada una de ellas con sus distintas peculiaridades [Chin, 2002].

La Leishmaniasis visceral (LV) es una enfermedad transmitida por vectores, endémica en 88 países. La incidencia anual se calcula en 500.000 casos [WHO/TDR, 2004]. Es la forma más grave de las leishmaniasis, ya que puede causar la muerte si no se administra tratamiento. Con frecuencia se producen epidemias letales en focos antroponóticos de leishmaniasis visceral en Bangladesh, la India, Nepal y Sudán, donde se cree que el ser humano es el único reservorio. La vigilancia es fundamental para determinar el impacto de la enfermedad y evaluar los esfuerzos de control de la transmisión y detección de epidemias [Chin, 2002].

Suele afectar a niños, personas en estado de malnutrición y pacientes con algún tipo de

inmunodepresión. En el sudeste europeo se calcula que entre el 25-70% de los casos de LV pertenecen a enfermos infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) [Molina *et al*, 2003] [Desjeux & Alvar, 2003]. En muchas regiones del mundo también se presentan paralelamente malaria y LV por lo cual es importante el diagnóstico diferencial y tener en cuenta las asociaciones con los factores ambientales que inciden en los casos de malaria, pues también pueden vincularse con el aumento de casos de LV [Birley, 1993] [Mutero *et al*, 1992].

Sin embargo, los datos oficiales de que se dispone subestiman la realidad de la afección humana por estos protozoos flagelados debido a varios factores limitantes: a) la distribución de las zonas de transmisión en áreas endémicas es frecuentemente discontinua, b) numerosos casos no son diagnosticados o no se declaran, c) la mayoría de los datos oficiales se obtienen exclusivamente a partir de la detección pasiva de los casos, d) el número de personas infectadas, pero asintomáticas, es mucho mayor que el número de casos manifiestos de leishmaniosis visceral y, por último, la leishmaniosis es de declaración obligatoria en tan sólo 40 de los 88 países endémicos.

La distribución geográfica de la LV guarda relación directa con ambientes específicos donde los ciclos de vida del parásito, vectores y reservorios han realizado procesos de adaptación co-evolutivos a través del tiempo.

La LV está ampliamente distribuida pero la endemia local suele hallarse bastante bien limitada. Su distribución geográfica está definida por la distribución de los flebotomos, la susceptibilidad de éstos al clima, su tendencia a ingerir sangre del hombre o únicamente de los animales y por su capacidad de soportar el desarrollo interno de las especies de *Leishmania sp.*

En India la produce *Le. donovani* ("Kala-azar"), enfermedad que se transmite de hombre a hombre a través de la picadura del vector llamado *Phlebotomus argentipes*. En el Mediterráneo y región Centro Asiática, es producida por *Le. infantum*, siendo una zoonosis con reservorios caninos; donde los vectores especialmente involucrados son *P. major*, *P. perniciosus* y *P. longicuspis*. Para el Este de África, es producida por *Le. donovani*, donde es una zoonosis con intervención de reservorios mamíferos salvajes y como vectores se tiene *P. orientalis* y *P. martin*. Para nuestra región Sudamericana es producida por *Le. chagasi* (= *Le. infantum*), zoonosis con intervención de reservorios salvajes y domésticos; los vectores son flebotomos de las especies son *Lu. longipalpis* y *Lu. evansi*. Los caracteres clínicos en el hombre en Sudamérica son similares a los de la enfermedad mediterránea, causada por *L. infantum*. En China la enfermedad es del tipo mediterráneo en el noroeste (Kansu) y del tipo indio en el este (Kiangsu).

En Venezuela y Colombia se han señalado como las zonas con incidencia de LV, aquellas que abarcan la costa Atlántica y zonas dispersas de la sabana y región Andina. En el caso de Colombia se encuentra *Lu. evansi* como vector en los focos epidémicos del norte del país y en el interior está principalmente como vector *Lu. longipalpis* en áreas que podrían llamarse definidas, en Santander, Cundinamarca y Tolima [Montoya y Ferro, 1999].

En el caso de Venezuela la LV está ampliamente distribuida. Ha sido estudiada a partir de tres focos: uno central que incluye los estados Aragua, Carabobo, Guárico, Cojedes y Yaracuy; un foco oriental con los estados Nueva Esparta, Sucre, Anzoátegui y Monagas; y un foco occidental que comprende Falcón, Lara, Portuguesa, Zulia y Trujillo [Felicisangeli, 1991]; quedando evidenciada así la enorme importancia de LV en la salud pública venezolana.

Sin embargo en las condiciones actuales dichas áreas

se han extendido, por una parte respondiendo a desplazamientos humanos y cambios ambientales, por otro lado como consecuencia de la colonización y adaptación de los insectos vectores a nuevas áreas de orden urbano, provocando la aparición de casos esporádicos en estas zonas [Scorza, 1985]. En Venezuela, durante los últimos 20 años se ha registrado la transmisión de LV en la Isla de Margarita y en la periferia de la ciudad de Valencia principalmente [Aguilar *et al*, 1998]. En Colombia se han registrado también algunos casos de LV y vectores de la enfermedad en zonas que no eran consideradas endémicas anteriormente, como Antioquia y Caldas. Además la presencia de vectores en el Valle de Aburrá donde se encuentra la ciudad de Medellín, se ha reportado desde el año 2000 al igual que en otras ciudades de la costa del mar Caribe [Velez, 2001] [Bejarano *et al*, 2002].

Otra situación que entra a hacer más compleja la situación de la LV en el mundo es la coinfección con VIH-SIDA, y la alta trasmisión de LV entre drogadictos al compartir las jeringas y otros utensilios, como ha sido reportado en la ciudad de Madrid, España [Desjeux & Alvar, 2003].

En los últimos 25 años ha habido en el mundo un aumento en la incidencia de la leishmaniasis, con expansión en la extensión geográfica y la aparición de nuevas zonas de endemia por lo que ha sido considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una enfermedad re-emergente, concepto discutido por muchos autores. Pero existe registro en la India donde se estima que de 1977 a 1987 sólo en el estado de Bihar se reportaron un millón de casos de LV, otros brotes epidémicos se presentaron en Bengala Occidental, Nepal y Sudan [WHO/TDR, 2004].

En América Latina se presentaron en la década de los 1980s, brotes de leishmaniasis en Brasil, Perú, Venezuela y Colombia [Costa *et al*. 1990]; incluyendo brotes en regiones donde previamente no se había diagnosticado la enfermedad. La presencia de insectos vectores en localidades como la Isla de Margarita y Valencia, en Venezuela; y la posibilidad que tienen los pacientes inmunosuprimidos de servir de fuente de infección de enfermedades infecciosas como la LV, es un panorama que ha llevado a la realización de investigaciones donde también se analizan las variables fisiográficas que están facilitando los procesos de adaptación de la LV a la ecología urbana. Aunque es indiscutible que los factores sociales, económicos y genéticos de la población humana también están afectando esta situación.

MEDIO AMBIENTE Y LAS FORMAS INMADURAS DE LOS VECTORES

Aunque son muy escasos los estudios de focos que determinan la asociación entre el componente edáfico y la incidencia de la enfermedad, este reviste importancia para esta patología ya que los vectores realizan su ciclo larval en el suelo y en el abrigo de algunos árboles. [Barretto, 1947] [Young y Duncan, 1994]. La mayoría de los estudios no obtienen resultados con respecto a las formas inmaduras, pese a la abundancia de adultos en la vecindad. Esto puede ser por la escasa información acerca de los factores que influyen en la oviposición de las hembras grávidas y también sobre la supervivencia y desarrollo de las formas inmaduras. Revisiones de la literatura al respecto destacan la imperante necesidad de emprender estudios al respecto de la ecología y condiciones en el campo de las formas inmaduras [Sivagnaname y Amalraj, 1997].

Una investigación exhaustiva en Sudan encontró una asociación positiva entre la abundancia de los vectores *P. orientales* y la presencia de suelos negros de textura algodonosa ("black cotton soil") junto a los bosques con especies de *Acacia sp.* y *Balanites seyal* y no otra vegetación [Zijlstra & El-Hassan, 2001]. Se demostró además que la presencia del vector de LV en Sudan está determinada por una temperatura máxima diaria de 34-38°C y una precipitación anual entre 400-1200 mm. Todo esto sirvió para inferir a través de modelos de regresión, un mapa de riesgo que incluye Sudan, Etiopia y Tigray [Thomson, 1999].

Una revisión reciente sobre los sitios naturales de postura de los flebotomos señala que sólo se conocen algunos datos de la ecología en 15 de 29 especies de vectores en el viejo mundo y de 12 de 44 especies en las Américas, representando el 0,3% de las especies conocidas como *Phlebotominae*. Sin embargo señala que a partir de los trabajos actuales los ecotopos ocupados por las formas inmaduras de los flebotomos estos corresponden generalmente a suelos orgánicos húmedos y ricos, tales como el piso de la selva tropical (por ejemplo *Lutzomyia intermedia* y *Lu. whitmani* en el Amazonas; *Lu. gomezi*, *Lu. panamensis* y *Lu. trapidoi* en Panamá); o suelo contaminado de los abrigos animales (*Lu. longipalpis* en América del sur, *Lu. argentipes* de los flebotomos en la India; *P. chinensis* en China; *P. ariasi*, *P. perfiliewi* y *P. perniciosus* en Europa). Las etapas de desarrollo de ciertas especies como *P. langeroni* y *P. martini* en África; *P. papatasi* en Eurasia; y los *Lu. longipalpis* s.l. de América del Sur, se han encontrado en una amplia gama de ecotopos, y muchas de estas especies usan las madrigueras de los roedores como criadero,

aunque la importancia de este lugar aún es confusa [Felicangeli, 2004].

En protozoosis sistémicas como la LV, el vector es un eslabón importante que está asociado a la distribución y transmisión de la enfermedad. Las preferencias alimenticias del flebotomo en cuanto a la fuente de azúcares vegetales inciden en su adaptación y abundancia en un determinado paisaje o medio ambiente. Además los adultos realizan reposo sobre ciertas superficies particulares que incluyen tronco de árboles, vegetación de cultivos u otros sistemas que le brinden abrigo, protección de la radiación solar y humedad adecuados para sobrevivir. *Lutzomyia longipalpis*, vector de LV en América, se encuentra asociado con los troncos de raíces tabloides del bosque de galería que rodea los asentamientos humanos, especies cactáceas cercanas a los corrales de animales y en general vegetación propia de bosque seco tropical [Ferro *et al*, 1995]

ASOCIACIÓN CON LOS FACTORES AMBIENTALES

La LV como enfermedad transmitida por vectores está muy influenciada por los factores ambientales. En el estado de Gedaref en Sudan, se elaboró un mapa con la incidencia y la distribución de LV en relación a los diferentes factores ambientales (precipitaciones, vegetación, tipo de suelo, altitud, ubicación de los ríos, topografía, índices de humedad y promedios estimados de precipitación). Mediante el uso de análisis lineal de regresión multivariada los autores determinaron los factores ambientales que explican la variabilidad en la incidencia de LV, hallando que el promedio de lluvias y la altitud fueron los mejores predictores para este sitio [El-naiem *et al*, 2003]. En el distrito de Tseikuru, Kitui, Kenya, el vector de Kala-Azar, *Sergentomyia garnhami*, se encontró con abundancia tres semanas después de las primeras lluvias de la estación en un estudio de noviembre de 1989 a diciembre de 1990 [Onvido *et al*, 1995].

En Francia donde *Le. infantum* causa LV, existe evidencia de la relación de las temperaturas con el desarrollo del vector *Phlebotomus ariasi* y su estado de infección con el parásito, concluyendo que el rango óptimo de temperatura donde se mantienen poblaciones elevadas de vectores y a su vez el porcentaje más alto de infección es de 25°C, señalando a la vez su asociación con la actividad del foco de transmisión [Rioux *et al*, 1985].

Más cerca, en Bahía, ciudad del este de Brasil, hay estudios de LV donde se encuentra como vector principal a *Lu. longipalpis* del parásito *Le. amazonensis* s.

lato, siendo esta la única especie aislada de los pacientes cuando tradicionalmente era *Le. chagasi*/*Le infantum* el agente relacionado con LV en Sudamérica. Allí se mantienen las asociaciones del vector con la estación seca y la reducción de su población cuando empiezan las lluvias, pero esta expresión vinculada con otra especie de *Leishmania* invita a revisar todos los componentes epidemiológicos que puedan estar permitiendo esta transmisión en esa zona de Brasil [Sherlock, 1996].

En los países andinos se han realizado estudios ecológicos sobre focos epidémicos de LV desde que fue descrita la enfermedad, el maestro Félix Pifano presenta o expone que aunque las regiones xerófilas y semidesérticas con largos períodos de sequía ofrecen pocas posibilidades para el desarrollo de nidos de enfermedades, han dado lugar a procesos de adaptación al ambiente por parte de determinados animales y el desarrollo de una entomofauna estrictamente indispensable para mantener el foco enzoótico con carácter transitorio o permanente. Esto puede ser explicado a partir de la presencia de vegetación arbórea con oquedades en los troncos, las cuevas de animales, las grietas entre las rocas, las cavernas, los nidos abandonados y en general todos los hábitat de animales diversos en la naturaleza, que enriquecen el medio y reúnen condiciones favorables para la implantación y mantenimiento de nidos ecológicos de enfermedades [Pifano, 1977].

Por su parte *Lu. evansi* el segundo vector de LV en Venezuela y Colombia, sometido a estudios experimentales ha exhibido una reducción en el tiempo de desarrollo de su ciclo de vida promedios, de 39,8-41,8 y 48,9-63,4 días, en comparación con otras especies de la misma serie (93,8 y 96,8 días). Esto refleja un éxito ecológico por la adaptación a diversas temperaturas y por lo tanto alturas y dispersión geográfica de la especie [Bejarano, 2001].

Los estudios de LV en Trujillo, Venezuela, registran casos en humanos en once de los 21 municipios que comprende el estado. Los pacientes del municipio La Candelaria provenían de localidades ubicadas en la zona de vida catalogada como "bosque muy seco tropical", con un área de sabana arbolada chaparral, de vegetación homogénea, donde se señaló a *Byrsomina crassifolia* y *Curatella americana* (chaparros) como las especies de mayor peso ecológico [Díaz *et al*, 1997]. Otros municipios endemoepidémicos son Pampán y Pampanito, en éste último se presenta la localidad de Montañas de Peraza como la de mayor casuística para el momento del estudio. Pero allí las condiciones ambientales son diferentes al foco anteriormente mencionado pues está a una altura de 403 msnm, es

un área de piedemonte con vegetación heterogénea, matorral semideciduo y fuertemente intervenida por el hombre con el cultivo de la piña [Oviedo *et al*, 2002].

A la zona de vida bosque seco premontano corresponde el foco de Guayabita, estado Aragua, Venezuela localizada a un costado de la cordillera a tan sólo 20 km de Maracay. Posee una temperatura anual de 25°C y una precipitación de 700-1000 mm. Esta villa es conocida como un antiguo foco de LV que presentó un aumento abrupto de los casos a partir de 1992, considerándose como un foco reemergente; durante en el estudio registraron la presencia de las dos especies transmisoras de LV en América, *Lu. evansi* y *Lu. longipalpis*, las cuales se encontraron naturalmente infectadas con parásitos del complejo *Le. infantum* [Felicangeli *et al*, 1999].

Las condiciones específicas que requiere el vector para su dispersión hacen a las enfermedades transmitidas por vectores un modelo ideal para estudiarse a través de sensores remotos satelitales (SRS) [Delgado *et al*, 2004]. En Ceará, al noroeste de Brasil, la combinación de esta técnica de SRS con las variables climáticas, permitieron establecer el riesgo de adquirir LV en el noroeste brasileiro. Así con el seguimiento de datos orográficos, climáticos y demográficos durante 17 años fue posible estimar el Riesgo Relativo de adquirir LV en cada área. Los niños menores de 10 años que residen en las áreas al pie de las colinas obtuvieron mayor riesgo que los que vivían en el llano o ciudad, y a su vez este riesgo aumentó durante los últimos tres años cuando el promedio de lluvias ha sido mayor. Recientes equipos investigadores adicionan además la necesidad de analizar los estudios ecológicos con modelos mixtos que incluyen el análisis de las determinantes ambientales y socioeconómicas de la incidencia de la LV y la realización de modelos espaciales, como se realizó en Teresina, Piauí, Brasil [Guilherme, 2002].

En el nordeste de América del Sur, una región que sufre sequías periódicas, se ha observado el resurgimiento de la LV en algunas zonas urbanas del Brasil. En las ciudades de São Luis y Teresina, se observaron importantes epidemias en 1983-1985 y 1992-1994, periodos que coincidieron con grandes sequías provocadas por el fenómeno El Niño (ENSO) [McMichael, 2000].

Conclusiones

1. En conclusión los cambios climáticos y otros factores pueden explicar la colonización por los vectores de nuevas áreas y la aparición de brotes epidémicos. Cambios en la incidencia de la

enfermedad en sitios particulares, por ejemplo en climas más cálidos puede aumentar la capacidad vectorial al incrementarse las tasas de reproducción tanto de vectores como de los patógenos dando como resultado un incremento en la transmisión a los humanos.

2. En cuanto a los cambios en la distribución geográfica de la enfermedad, la variabilidad climática puede volver la transmisión insostenible en áreas previamente endémicas y crear nuevos focos, estos cambios son particularmente importantes porque pueden exponer nuevas poblaciones que no tienen inmunidad adquirida, lo que resulta en enfermedades clínicamente más serias. Además provoca cambios en la estacionalidad de la transmisión ocurriendo en meses que eran anteriormente demasiados fríos o secos.

3. Toda investigación que se realice con el propósito de estudiar y controlar la LV en un sitio particular del mundo, debería contener además del análisis epidemiológico una descripción completa y profunda acerca de las asociaciones de la enfermedad con el medio ambiente, lo cual sería valioso al momento de establecer los ciclos de transmisión, y las medidas de prevención y control de los mismos.

4. El avance acelerado de la biología molecular contribuirá al conocimiento del genoma de los flebotomos vectores de las Leishmaniasis. En este sentido, es conveniente considerar, que para la descripción de flebotomos en la región andina y su papel como vectores de Leishmaniasis se requiere además de datos moleculares, el trabajo de un equipo interdisciplinario que permita discutir los resultados del laboratorio en el contexto geológico y climático adecuado.

Agradecimientos.

Los trabajos en Clima y Salud de A. J. Rodríguez son parcialmente financiados por el IAI-CRN. Esta revisión fue realizada en parte durante el Módulo de Estudio de Clima y Suelos, Maestría en Protozoología, NURR-ULA.

Referencias

Aguilar CM, Fernández E, Fernández R, Cannova DC, Ferrer E, Cabrera Z, Souza WJ, Coutinho SG. 1998. Urban visceral leishmaniasis in Venezuela. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 93(1):15-6.

Alex Thompson, et al 2002. Climatic and demographic determinants of american visceral leishmaniasis in north-eastern brazil using remote sensing technology for environmental categorization of rain and region influences on leishmaniasis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 67(6), pp. 648-655

Andrade Filho JD, Brazil RP 2003. Relationships of New World phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) based on fossil evidence. *Mem Inst Oswaldo*

Cruz;98(Suppl.1):145-9.

Barretto MP, 1947. Catálogo dos flebotomos americanos. *Arq. de Zool. Sao Paulo*, 5:177-242.

Bejarano E, Uribe S, Rojas W, Velez ID., 2002. Phlebotomine Sand Flies (Diptera: Psychodidae) Associated with the Appearance of Urban Leishmaniasis in the City of Sincelejo, Colombia *Mem Inst Oswaldo Cruz Vol*. 97(5): 645-647

Bejarano EE. 2001. Variabilidad genética y especiación en *Lutzomyia (verrucarum) evansi* (Nuñez-Tovar, 1924), vector de leishmaniosis visceral americana (tesis).

Birley HM. 1993. An historical review of malaria, kala-azar and filariasis in Bangladesh in relation to the Flood Action Plan. *Ann Trop Med Parasitol*, 87(4):319-34.

C Barry Cox, 2000 Plate Tectonics, Seaways and Climate in the Historical Biogeography of Mammals. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, Vol. 95(4): 509-516, Jul./Aug.

Chin J. El Control de las Enfermedades Transmisibles. OPS, Washington, 2002.

Elnaiem D.A. et. al 2003, Risk mapping of visceral leishmaniasis: the role of local variation in rainfall and altitude on the presence and incidence of kala-azar in eastern Sudan. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 68(1), pp. 10-17

Delgado L, Córdova K, Rodríguez AJ. 2004. Importancia del Uso de los Sensores Remotos Satelitales en el estudio del impacto de la variabilidad climática sobre la dinámica de enfermedades en Salud Pública: la Malaria en el Estado Sucre, Venezuela. SELPER 2004.

Desjeux P, Alvar J. Leishmania/HIV co-infections: epidemiology in Europe. *Ann Trop Med Parasitol*, 97(Suppl 1):3-15.

Diaz I., Oviedo M. & Alvarez R., 1997. Composición de la flora de un área de leishmaniasis visceral y su asociación con los flebotomos vectores. *Entomología y Vectores* 4(5): 141-154.

El-Hassan & E. Zijlstra, 2002. Leishmaniasis in Sudan. *Royal Society Of Tropical Medicine and hygiene*. Vol 95 (Supl 1) p.27-53.

Elnaiem DA. et al. 1998. Environmental determinants of the distribution of *Phlebotomus orientalis* in Sudan. *Annals of tropical Medicine and Parasitology*, 92, 877-887.

Feliciangeli MD, et al. 1999. The re-emergence of American Visceral Leishmaniasis in an old Focus in Venezuela. II. Vectors and Parasites. *Parasite*, 6 113-120.

Feliciangeli MD. 1991. Vectors of Leishmaniasis in Venezuela. *Parassitologia* 33 (Supl 1) p.229-236.

Ferro C, Morrison AC, Torres M, Pardo R, Wilson ML, Tesh RB. 1995. Species composition and relative abundance of sand flies of the genus *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) at an endemic focus of visceral leishmaniasis in Colombia. *J Med Entomol*. Jul;32(4):527-37.

Ferro C, Pardo R, Torres M, Morrison AC. 1997. Larval microhabitats of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in an endemic focus of visceral leishmaniasis in Colombia. *J Med Entomol*. 1997 Nov;34(6):719-28.

Githecko AK: et al. 2000, El Cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional. *Bulletin of World Health Organization*, 78 (9): 1136-1147

- Guilherme L. Werneck & James H. Maguire. 2002. Spatial modeling using mixed models: an ecologic study of visceral leishmaniasis in Teresina, Piauí State, Brazil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18(3):633-637.
- Informe epidemiológico de la Leishmaniasis Visceral 2003. Organización Mundial de la Salud. URL: <http://www.who.int>. Fecha de Acceso: Octubre 1, 2004.
- Instituto Nacional de Salud, Colombia. Página Web del Laboratorio de Entomología del INS, 2003. URL: <http://www.ins.gov.co/investigacion/entomologia>. Fecha de Acceso: Octubre 1, 2004.
- Kundu M, Basak B, Tandon N., 1995. A simple technique for detection and isolation of *Phlebotomus argentipes* larvae from soil samples. *J. Común. Dis. Mar*;27(1):58-9.
- Lainson R, Shaw JJ, Silveira FT, Fraiha H. 1983. Leishmaniasis in Brazil. XIX: visceral leishmaniasis in the Amazon Region, and the presence of *Lutzomyia longipalpis* on the Island of Marajo, Para State. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1983;77(3):323-30.
- McMichael, 2000. La salud y el entorno urbano en un mundo cada vez más globalizado: problemas para los países en desarrollo. *Bulletin of World Health Organization*, 78 (9): 1117-1126
- Molina R, Gradoni L, Alvar J. 2003. HIV and the transmission of *Leishmania*. *Ann Trop Med Parasitol*, 97(Suppl 1):29-45.
- Ministerio de salud de Colombia 1994. Leishmaniasis, Plan Nacional de control: Manual de Normas Técnico-Administrativas, p. 48.
- Pratlong F, Dereure J, Bucheton B, El-Saf S, Dessein A, Lanotte G, Dedet JP. 2001. Sudan the possible original focus of visceral leishmaniasis. *Parasitology*. 2001 Jun;122(Pt 6):599-605
- Montoya J & Ferro MC. 1999. Flebotomos (Diptera: Psychodidae) de Colombia. En: *Insectos de Colombia Vol 2 p. 211-245*.
- Mutero CM, Mutinga MJ, Ngindu AM, Kenya PR, Amimo FA. 1992. Visceral leishmaniasis and malaria prevalence in West Pokot District, Kenya. *East Afr Med J*, 69(1):3-8.
- Onyido AE, Mutinga MJ. 1995. Ecology of *Sergentomyia garnhami*, (Diptera: Psychodidae) in a kala-azar endemic area of Tseikuru, Kitui District, Kenya. II: Day resting sites. *East Afr Med J*, 72(2):89-93
- Oviedo M., González A. & Bendezú H 2002. Leishmaniasis Visceral en el Estado Trujillo, Venezuela. *Memorias Simposio de Leishmaniasis. Sociedad Venezolana de Microbiología XXVIII*. P.103-107.
- Peterson AT, Shaw J. 2003. *Lutzomyia* vectors for cutaneous leishmaniasis in Southern Brazil: ecological niche models, predicted geographic distributions, and climate change effects. *Int J Parasitol*. Aug;33(9):919-31.
- Pifano FJ. 1977. Influencia ecológica en la medicina tropical. *Medico Moderno*. Julio p.19-30
- R. Alex Thompson, et al 2002. Climatic and demographic determinants of american visceral leishmaniasis in northeastern brazil sing remote sensing technology for environmental categorization of rain and region influences on leishmaniasis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 67(6), pp. 648-655
- Rioux JA, Aboulker JP, Lanotte G, Killick-Kendrick R, Martini-Dumas A . 1985. Ecology of leishmaniasis in the south of France. 21. Influence of temperature on the development of *Leishmania infantum* Nicolle, 1908 in *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. *Experimental study Ann Parasitol Hum Comp.* 1985;60(3):221-9.
- Scorza JV. 1985. Cambios Epidemiológicos de la Leishmaniasis tegumentaria en Venezuela. *Bol Dir. Mal. y San. Ambiental* 25(1-2): 114-127
- Sherlock IA. 1996. Ecological interactions of visceral leishmaniasis in the state of Bahia, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1996 Nov-Dec;91(6):671-83
- Sivagnaname N, Amalraj DD 1997. Breeding habitats of vector sandflies and their control in India. *J Commun Dis.* 1997 Jun;29(2):153-9. Review
- Tang Y, Ward RD, 1998. Sugar feeding and fluid destination control in phlebotomine sandfly *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). *Med Vet Entomol* 12: 13-19.
- Velez ID. 2001 La leishmaniosis en Colombia: de la selva a la ciudad. PECET Univ de Antioquia, Medellín Colombia XXVIII Congreso SOCOLEN.
- WHO/TDR. Leishmaniasis. URL: <http://www.who.int/tdr>. Fecha de Acceso: Octubre 1, 2004.
- Young DG, Duncan MA. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae).

Title: Environment and Systemic Protozoosis. II. Environmental physiographic features an its association in visceral leishmaniasis. Cárdenas R, Sandoval CM, Rodríguez Morales AJ, Hernández Rangel D, Jaimes E, Mendoza JG.

Abstract

Visceral leishmaniasis (VL) is the most severe form of leishmaniasis, due to its fatal evolution; and there are many limitations related to its diagnosis and treatment. This disease is transmitted by vectors of genus *Phlebotomus sp.* In the Old World and *Lutzomyia sp.* in the Americas, is endemic in 88 countries with endemic areas with transmission and rural features, but recently also urban environments. Due to these issues, there are new studies regarding physiographic variations and different climatic elements that influence in vector biology and in reservoirs, for the transmission of VL. Some climatic changes has been associated as well some urbanization processes, with emergence of the disease and apparition of periurban cases. In this review article some aspects of these associations between environment components and VL, one the most important systemic protozoosis in Venezuela, are reviewed.

Key Words: Visceral leishmaniasis, Ecoepidemiology, Climatic Variability, Environment.