

## Risk areas for the proliferation of sandflies in El Salvador

Mejía, Roberto; Lopez, Alejandro; Quinteros, Edgar

 **Roberto Mejía**  
robertomejia1685@gmail.com  
Instituto Nacional de Salud, El Salvador  
**Alejandro Lopez**  
Instituto Nacional de Salud, El Salvador  
 **Edgar Quinteros**  
Instituto Nacional de Salud, El Salvador

**Alerta**  
Ministerio de Salud, El Salvador  
ISSN-e: 2617-5274  
Periodicidad: Semestral  
vol. 1, núm. 2, 2018  
[ralerta@salud.gob.sv](mailto:ralerta@salud.gob.sv)

Recepción: 27 Julio 2018  
Aprobación: 07 Diciembre 2018  
Publicación: 13 Diciembre 2018

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/419/4191909003/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/alerta.v1i2.7132>

Citación recomendada: Mejía R, López A, Quinteros E. Zonas de riesgo de proliferación del flebótomo en El Salvador. *Alerta*. 2018;1(2):25-36. DOI: 10.5377/alerta.v1i2.7132

**Resumen: Objetivo.** Identificar las zonas de riesgo para la proliferación del flebótomo en El Salvador. **Metodología.** Estudio descriptivo para identificación del riesgo de proliferación de flebotomos en El Salvador, a partir del análisis multicriterio de factores ambientales y sociales. Se evaluó la importancia de los factores ambientales y sociales relacionados con la proliferación del flebótomo a través de un panel de expertos y análisis multicriterio, con el cual, se otorgó un peso para definir las zonas de riesgo. **Resultados.** El mapa de uso de suelo y altitud muestra un riesgo alto en la mayor parte del país. Sin embargo, la altitud muestra las zonas montañosas con un riesgo medio. La densidad canina muestra un riesgo alto en la mayor parte del país, principalmente en la zona occidente y centro. Los mapas finales con la combinación de factores ambientales y sociales muestran una concentración del nivel de riesgo medio en la mayor parte del país. **Conclusiones.** Se identificó un riesgo medio de proliferación del flebótomo en la mayor parte de El Salvador. Los factores ambientales y sociales que representan mayor riesgo fueron el uso de suelo, altitud y la densidad canina. A pesar de que en algunas zonas del país el riesgo es bajo, existen las condiciones para la proliferación del flebótomo.

**Palabras clave:** Flebótomo, leishmaniasis, análisis multicriterio, factores de riesgo, El Salvador.

**Abstract: Objective.** To identify risk areas of phlebotomine sand flies proliferation in El Salvador. **Methodology.** Identification of risk areas of phlebotomine sand flies in El Salvador using Multi-criteria decision-making of environmental and social factors. Evaluation and weight were established by the expert panel and Multi-criteria decision-making to create risk maps of phlebotomine sand flies proliferation. **Results.** High risk on land use and elevation was found, however, the elevation showed middle risk on the mountainous areas of the country. High risk was presented by canine density in the western and middle of the country. Final maps of environmental and social factors showed a middle risk in almost all the country. **Conclusions.** Middle risk of proliferation was found in almost all the country. Environmental and social factors with high risk were land use, elevation and canine density. Despite there is a low level of risk in some areas, El Salvador has the conditions to phlebotomine sand flies proliferation.

**Keywords:** Phlebotomine Sand flies, Leishmaniasis, Multi-criteria decision-making, Risk factors, El Salvador.

## INTRODUCCIÓN

El flebótomo es el vector responsable de transmitir la *leishmaniasis*, una enfermedad que afecta cada año a miles de personas alrededor del mundo y que ha sido catalogada como una enfermedad transmisible desatendida<sup>1,2</sup>. El flebótomo cuentan con más de 90 especies conocidas<sup>2</sup> y su proliferación está determinada por la combinación de diversos factores ambientales y sociales. La precipitación, temperatura, humedad relativa, uso de suelo y topografía, son los principales factores ambientales que favorecen la tasa de supervivencia y reproducción del vector<sup>1,3,4</sup>. Por otra parte, la mala planificación urbanística, saneamiento básico deficiente, el abastecimiento de agua, el inadecuado manejo de los desechos sólidos y la densidad canina, son factores sociales que contribuyen a la expansión del flebótomo<sup>5,6,7</sup>, condiciones que generalmente se encuentran en países en vías de desarrollo. La proliferación del flebótomo, se ha observado principalmente en zonas tropicales y subtropicales, como la cuenca del Mediterráneo, Asia sudoriental, África oriental, norte de África-Eurasia y las zonas tropicales de América<sup>2</sup>.

En El Salvador la principal especie de *Leishmania* es la *Lutzomyia Longipalpis*<sup>8</sup>. Sin embargo, el país cuenta con las condiciones ambientales y sociales para la proliferación de las otras especies de flebótomo. A principios del siglo XX, se registraron los primeros casos de leishmaniasis<sup>8</sup>. Entre 2011 y 2018 se han reportado un total de 243 casos, la mayoría en la zona occidente y oriente del país; de estos, 84 fueron reportados como sospechosos y 159 fueron confirmados<sup>9</sup>.

El análisis multicriterio integrado a las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) supone una importante herramienta para la toma de decisión, teniendo en cuenta la dimensión espacial<sup>10</sup> que, desde los años 90 se utiliza para la generación de mapas de riesgo<sup>11</sup>. Aunque en el área de salud esta metodología no había sido implementada hasta hace pocos años<sup>12</sup>, actualmente se utiliza junto con las herramientas SIG en la evaluación del riesgo de enfermedades transmitidas por vectores<sup>13,14,15</sup>. Por ende, este estudio tiene como objetivo identificar las zonas de riesgo para la proliferación del flebótomo en El Salvador.

## METODOLOGÍA

Este estudio es descriptivo y consiste en la creación de mapas para identificar el riesgo de proliferación del flebótomo en El Salvador a partir de factores ambientales y sociales.

El Salvador es un país en desarrollo ubicado en la costa del Pacífico de Centroamérica, con la mayor densidad de población de América continental (310 hab/km<sup>2</sup>)<sup>16</sup> y una extensión territorial de 21 041km<sup>2</sup>. Limita al noreste con Honduras, al Sur con el Océano Pacífico, y al Noroeste con Guatemala. Su territorio está organizado en 14 departamentos, 39 distritos y 262 municipios. Tiene un clima tropical con una estación seca (noviembre-abril) y una estación lluviosa (mayo-octubre)<sup>17</sup>.

Para este estudio se utilizaron diferentes bases de datos de factores ambientales y sociales, administradas por instituciones públicas y privadas en El Salvador. Estas bases de datos fueron transformadas de tablas a formatos compatibles con SIG (capas vectoriales o ráster). Las bases de datos contienen las siguientes variables: datos administrativos, uso de suelo, datos demográficos, marginalidad residencial, tasa de pobreza total y densidad canina. Esta información está representada en capas vectoriales a nivel municipal. Las variables: modelo digital del terreno, temperatura, humedad relativa y precipitación, están en formato raster.

De esta manera, para el análisis de los datos, en primer lugar, se evaluó la importancia de cada uno de los factores ambientales y sociales. Para ello se utilizó el proceso de análisis jerárquico<sup>18</sup>, un método de decisión multicriterio que permite establecer una jerarquía de cada factor, basado en valores establecidos a partir de la opinión de expertos relacionados con la temática. Para fines de este estudio, se conformó un grupo multidisciplinario con especialistas en salud ambiental, salud pública, epidemiología, SIG y control de vectores. Los especialistas asignaron un puntaje a cada variable, haciendo uso de la escala establecida por *Saaty*<sup>18</sup>. Los valores de importancia para la creación de los mapas de riesgo obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico, se muestran en porcentajes en la Tabla 1.

Una vez obtenida la ponderación de los factores con el criterio de expertos y búsqueda bibliográfica, se reclasificaron los datos a través de la análisis multicriterio<sup>19</sup> (Tabla 2), estableciendo tres niveles: Posteriormente, se obtuvieron las capas de salida en formato ráster por cada temática.

El último paso consistió en la elaboración de mapas de riesgo de las alternativas mejor consideradas mediante el álgebra ráster, el cual hace la sumatoria ponderada de las capas temáticas definidas en el proceso de análisis jerárquico y análisis multicriterio. El riesgo de proliferación del flebótomo se representa con una escala de tres colores: el verde representa un riesgo bajo, el amarillo un riesgo medio y el rojo un riesgo alto. El análisis multicriterio y mapas de riesgo fueron elaborados con el *software ArcGIS versión 10,1* utilizando el sistema elipsoidal de referencia *World Geodetic System 84 (WGS84)*, con la proyección *Universal Transversal Mercator (UTM)*.

## RESULTADOS

### Mapas de riesgo de factores ambientales

Los mapas de temperatura en invierno y verano muestran un riesgo de proliferación del flebótomo medio sobre todo en la zona costera y oriental, así como un riesgo bajo, principalmente en el norte y occidente del país (Figura 1a y Figura 1b). Los mapas de humedad presentan un nivel de riesgo medio en la mayor parte del territorio para ambas estaciones (invierno y verano). Sin embargo, en invierno algunas partes del centro y occidente del país tienen un nivel de riesgo alto (Figura 1c y Figura 1d). La precipitación promedio anual (Figura 1e) representa un riesgo medio en la zona central del país, pero en el occidente y oriente se observa un nivel de riesgo alto.

Las zonas cultivadas o de bosques naturales representan un riesgo alto para la proliferación del flebótomo (Figura 1f). Mientras que en el oriente y parte de la zona norte del país se evidencia un nivel de riesgo medio. El mapa de altitud muestra un riesgo alto en la mayor parte del territorio (Figura 1g), a excepción de las zonas montañosas, donde se muestra un riesgo medio.

### Mapas de riesgo sobre factores sociales

La densidad canina representa un riesgo alto en la mayor parte del país (Figura 2a), principalmente en la zona occidental y central. Parte de la zona oriental muestra un riesgo medio. El mapa de pobreza refleja la mayor parte del territorio con un nivel de riesgo bajo (Figura 2b) y en el noreste se presenta un riesgo medio y alto. Finalmente, el mapa de marginalidad residencial presenta un nivel de riesgo alto en gran parte del país (Figura 2c), principalmente en la zona costera oriental.

## Mapas de riesgo finales

Los mapas resultantes de la combinación de los factores ambientales y sociales, tanto para invierno y verano, se muestran en la Figura 3a y Figura 3b. En ambas estaciones se evidencia una similitud en las áreas de riesgo. Ambos mapas muestran una concentración de nivel de riesgo medio en la mayor parte del país. Sin embargo, se presenta un riesgo alto en el extremo occidente cercano a la zona costera y partes del oriente.

## DISCUSIÓN

El análisis multicriterio desarrollado en este estudio muestra una perspectiva general de las zonas de riesgo de proliferación del flebótomo en El Salvador, a partir de la combinación de datos sobre factores ambientales y sociales. En general, se ha identificado un riesgo medio en la mayor parte del país, siendo mayor en los extremos de occidente y oriente, cercano a la zona costera del país.

Los principales factores ambientales que representan mayor riesgo de proliferación del flebótomo son la temperatura y la humedad<sup>20,21</sup>. De acuerdo con el mapa de temperatura, entre 2010-2014, el promedio ha variado de 19 a 31 ° C y presenta un riesgo medio de proliferación en estación de invierno y verano en toda la franja costera, principalmente en la zona oriental del país. Las temperaturas altas están relacionadas con la ubicación geográfica, aunque han aumentado en las últimas décadas por la deforestación<sup>22,23</sup>. El comportamiento y proliferación del flebótomo pueden variar de acuerdo con la termotolerancia de las diferentes especies<sup>20,24,25</sup>. La principal que circula en El Salvador es *Lutzomyia Longipalpis*<sup>8</sup>, que puede desarrollarse fácilmente en las temperaturas entre 26 y 28 ° C; y una humedad relativa de 63 y 68 %<sup>26,27</sup>, similares a los valores de temperatura y humedad presentados en los mapas de este estudio. Esto podría considerarse una condición óptima para la proliferación del flebótomo.

La humedad, considerada como otro factor potencial para la reproducción y hábitat del flebótomo<sup>28</sup>, se encuentra principalmente en humedales, cuevas, madrigueras, áreas boscosas e incluso en viviendas<sup>1</sup>. De acuerdo con los datos utilizados en este estudio, durante el año 2015, El Salvador registró una humedad mínima de 63 % y una máxima de 89 % promedio anual. Los mapas de humedad en época lluviosa y seca, muestran en general un riesgo medio; no obstante, en la estación lluviosa se presenta un nivel de riesgo alto en la zona central y parte del occidente del país. Estos niveles de humedad, principalmente durante el invierno, son muy favorables para la proliferación del flebótomo<sup>26,29</sup>. Por otra parte, el mapa de precipitación promedio presenta un nivel medio en la mayor parte del territorio, con riesgo alto en el occidente y oriente. Históricamente, El Salvador ha registrado un patrón favorable de lluvias de 200 a 400 mm entre 1901 – 2015 entre los meses de mayo a octubre<sup>30</sup>. Algunos estudios han demostrado que la precipitación es un factor importante en la proliferación de la leishmaniasis, enfermedad transmitida por el flebótomo<sup>31,32</sup>.

El uso de suelo y altitud muestran los niveles de riesgo más altos en gran parte del territorio. El nivel de riesgo alto de acuerdo con el uso de suelo puede deberse a que gran parte del territorio es utilizado para labores agrícolas<sup>23</sup>. Así mismo, también obtuvo una puntuación alta de riesgo de proliferación del flebótomo, según criterio de expertos.

Por otra parte, el mapa de riesgo según altitud muestra casi el total del territorio con riesgo alto, a excepción de las cordilleras, cadena volcánica y zonas montañosas, que muestran un nivel de riesgo medio. De acuerdo con la literatura, la proliferación de las especies del flebótomo puede variar según la altitud<sup>33</sup>. La presencia de *Lutzomyia Longipalpis* se ha visto tanto en zonas bajas como en zonas altas<sup>34</sup>.

Las condiciones sociales también han sido catalogadas como un factor importante en la proliferación del flebótomo. La densidad canina se considera importante dentro los factores sociales, debido a que es uno de los principales reservorios de algunos parásitos que transmite el flebótomo<sup>35,36</sup>. En El Salvador existe una alta

densidad canina, principalmente de perros callejeros. Las poblaciones caninas callejeras son consideradas un problema, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo<sup>36,37</sup>. Según el mapa de densidad canina, se puede observar un riesgo alto en la mayor parte del territorio, sobre todo en el occidente y centro del país.

La condición de pobreza y marginalidad residencial han sido tomados en cuenta como factores sociales, debido a que se han asociado a la proliferación del flebótomo y al incremento del riesgo de contraer leishmaniasis en América Latina<sup>38,39</sup>. Así mismo, por su relación con áreas urbanas como lugares propicios para su expansión<sup>7,29</sup>. El resultado obtenido en ambos mapas indican la marginalidad residencial con el mayor riesgo, que, de acuerdo con los datos, representa el 90 % de los municipios del país.

Los casos reportados por el sistema de salud durante 2011 – 2018 en la zona occidente y oriente del país<sup>9</sup> son principalmente Leishmaniasis cutánea. El resultado obtenido en la superposición de mapas de los factores ambientales y sociales muestra un mayor riesgo en el occidente y oriente del país, en especial sobre la zona costera. Sin embargo, esta similitud no puede ser asociada. Las zonas geográficas de mayor riesgo podrían estar determinadas por la combinación de la densidad canina, tasa de pobreza y marginalidad residencial, así como la lluvia, uso de suelo y altitud.

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentra el desfase de algunas bases de datos, como el uso de suelo y tasas de pobreza total, así como la exclusión de los casos de leishmaniasis reportados hasta la fecha para establecer la relación con las zonas de riesgo. A pesar de esto, la resolución de las capas de factores ambientales y sociales utilizadas permite la toma de decisiones a nivel municipal como a nivel nacional. La robustez y simplicidad de la metodología, junto con las propiedades interactivas de la plataforma de SIG, convierten a los mapas de riesgo resultantes en herramientas válidas para la toma de decisiones de las autoridades de salud. Considerando que la leishmaniasis es una enfermedad catalogada como desatendida por la OMS, se debe considerar la creación de un plan de acción incorporando el análisis multicriterio para la toma de decisiones.

## CONCLUSIONES

Se identificó un riesgo medio en la mayor parte de El Salvador, sin embargo, los extremos occidente y oriente cercanos a la zona costera presentan un riesgo alto. El riesgo relacionado a los factores ambientales es principalmente determinado por el uso de suelo y altitud. Por otra parte, la densidad canina es el factor social que muestra el riesgo más alto, principalmente concentrado en el centro y occidente. A pesar de que en algunas zonas el riesgo es bajo, el país cuenta con las condiciones para la proliferación del flebótomo. Este estudio representa un insumo útil para mejorar las intervenciones de saneamiento relacionadas con la proliferación del flebótomo.

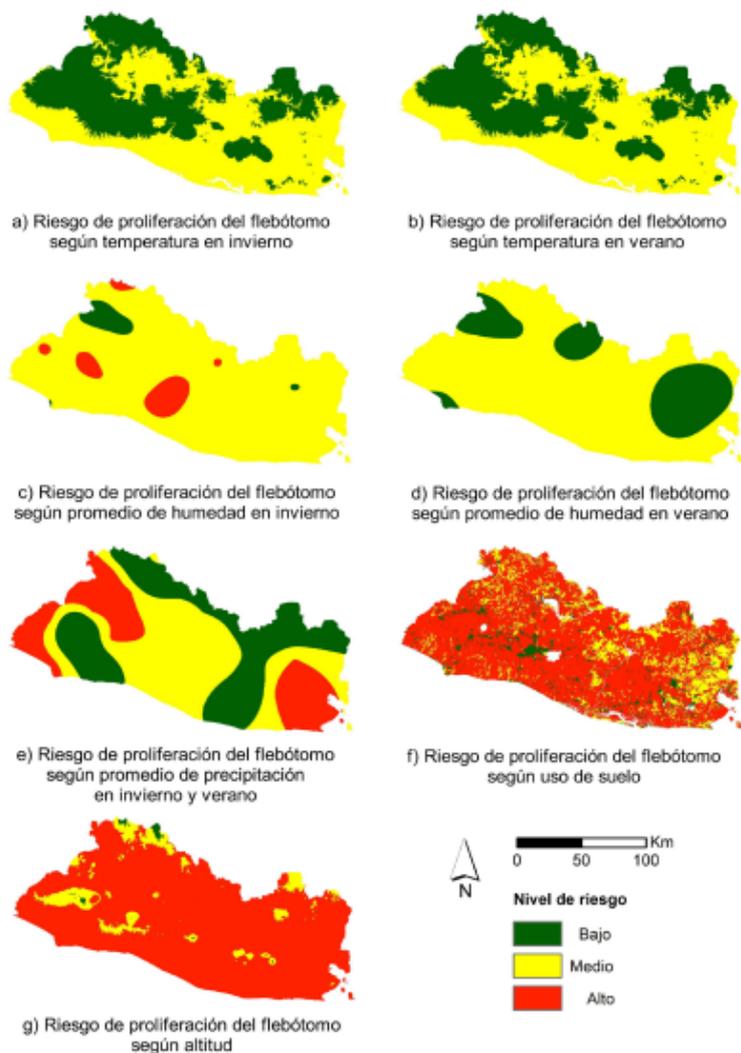


FIGURA 1A  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores ambientales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

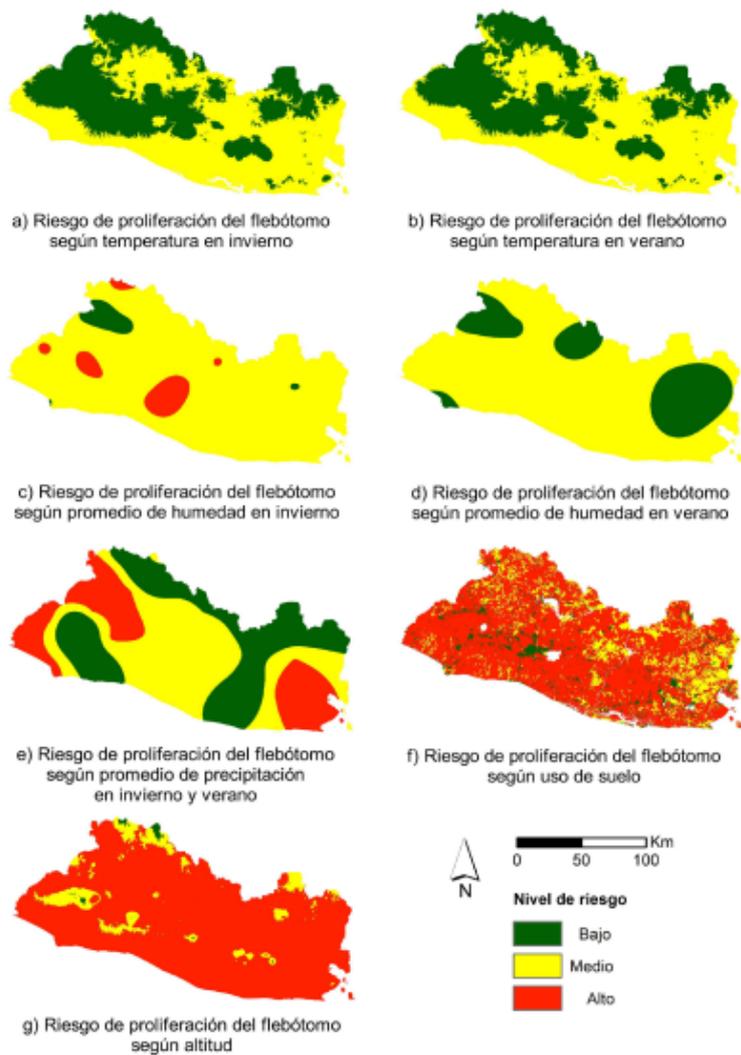


FIGURA 1B  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores ambientales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

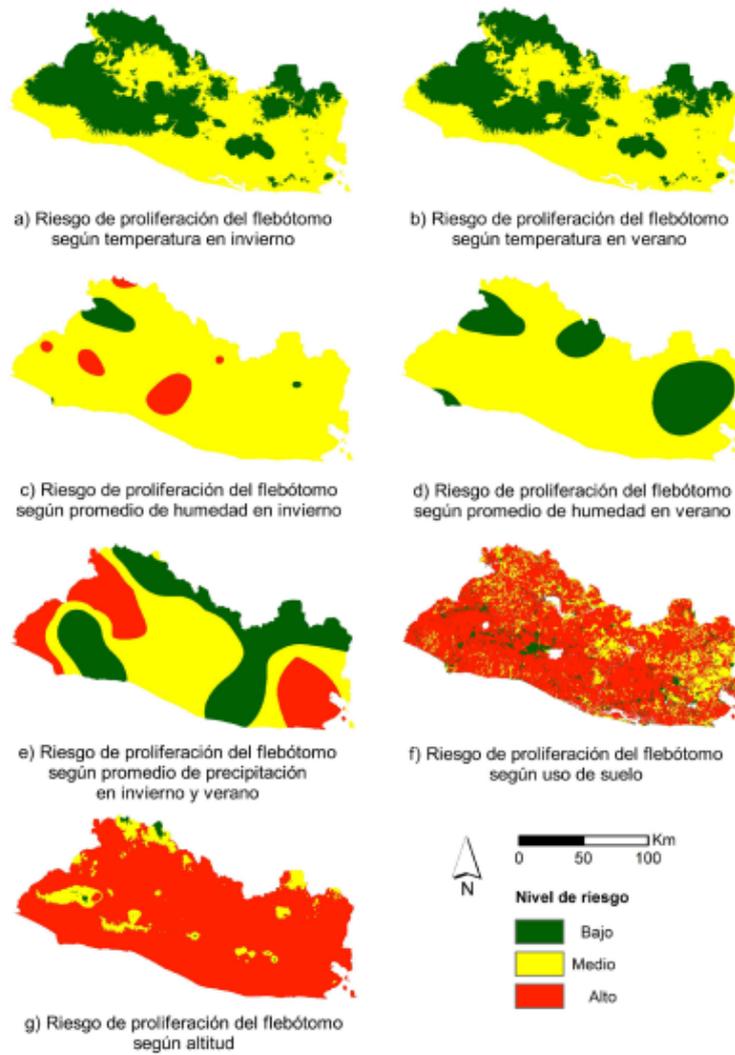


FIGURA 1C

Riesgo de proliferación del flebótomo según factores ambientales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

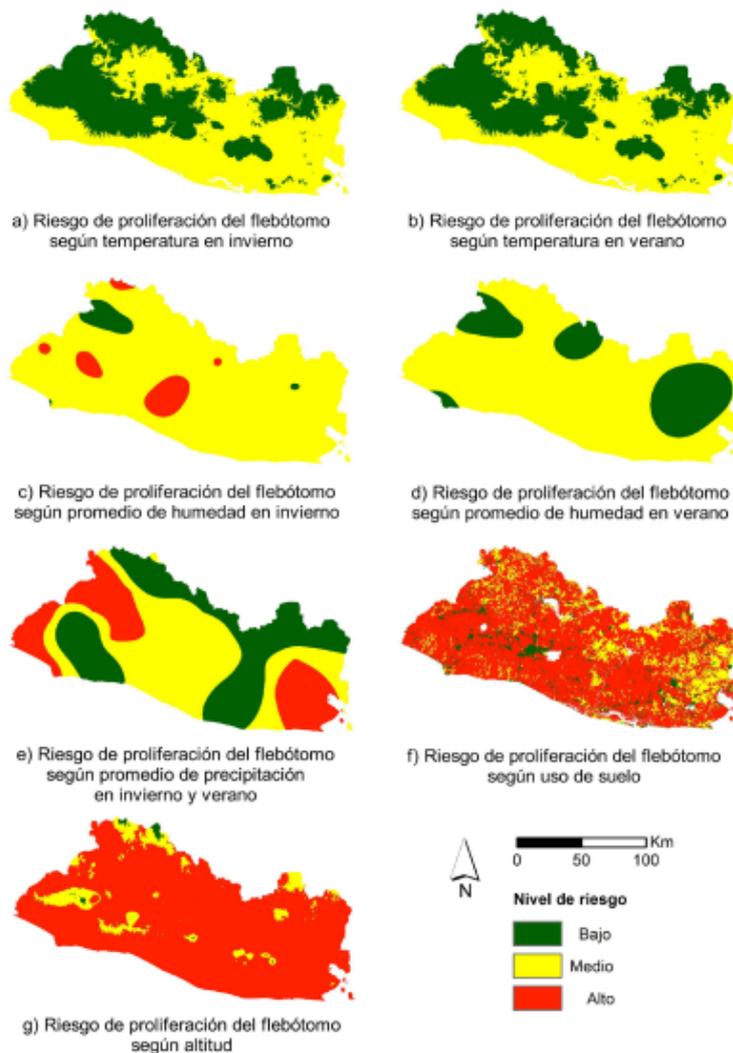


FIGURA 1D  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores ambientales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

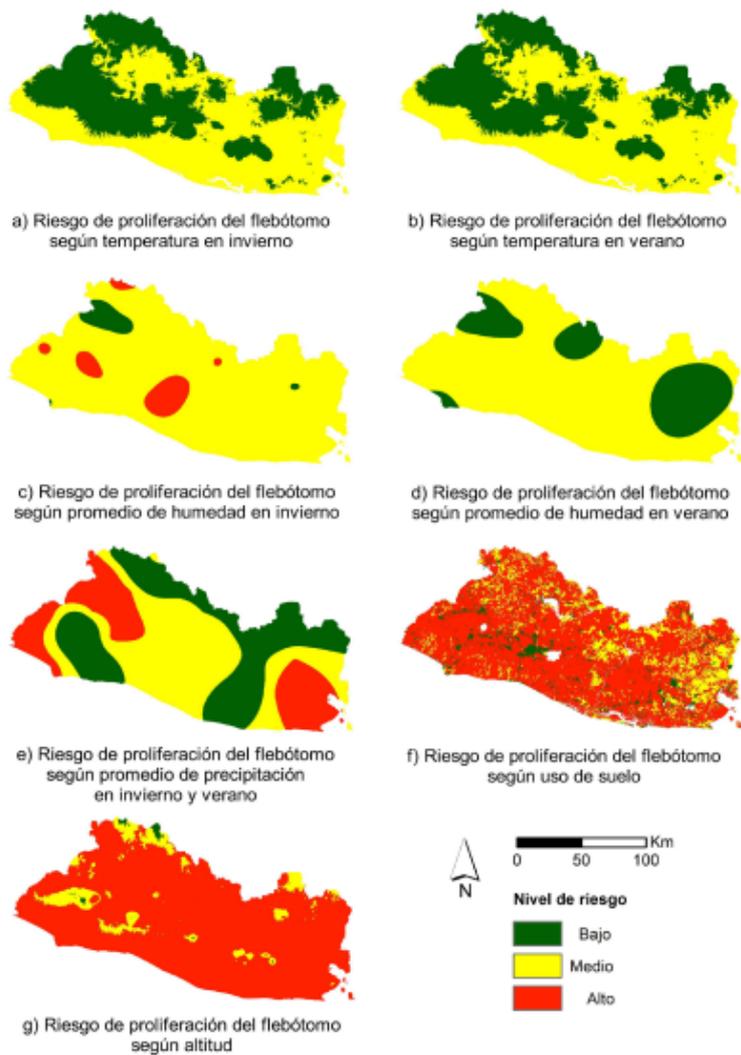


FIGURA 1E  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores ambientales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

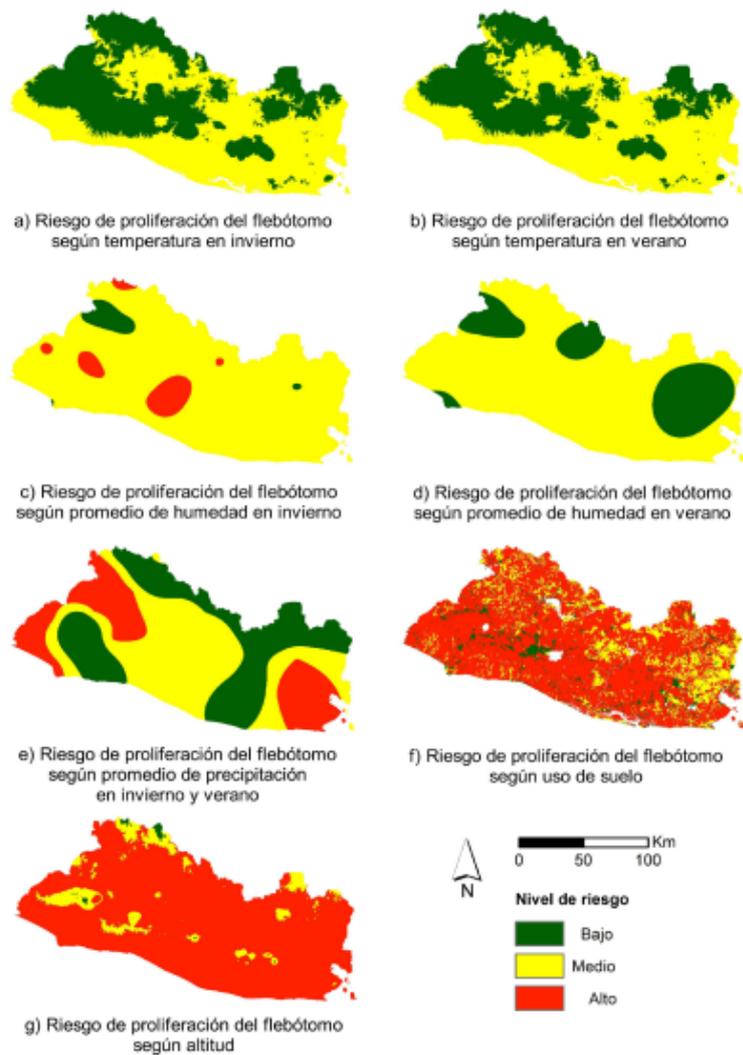


FIGURA 1F  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores ambientales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

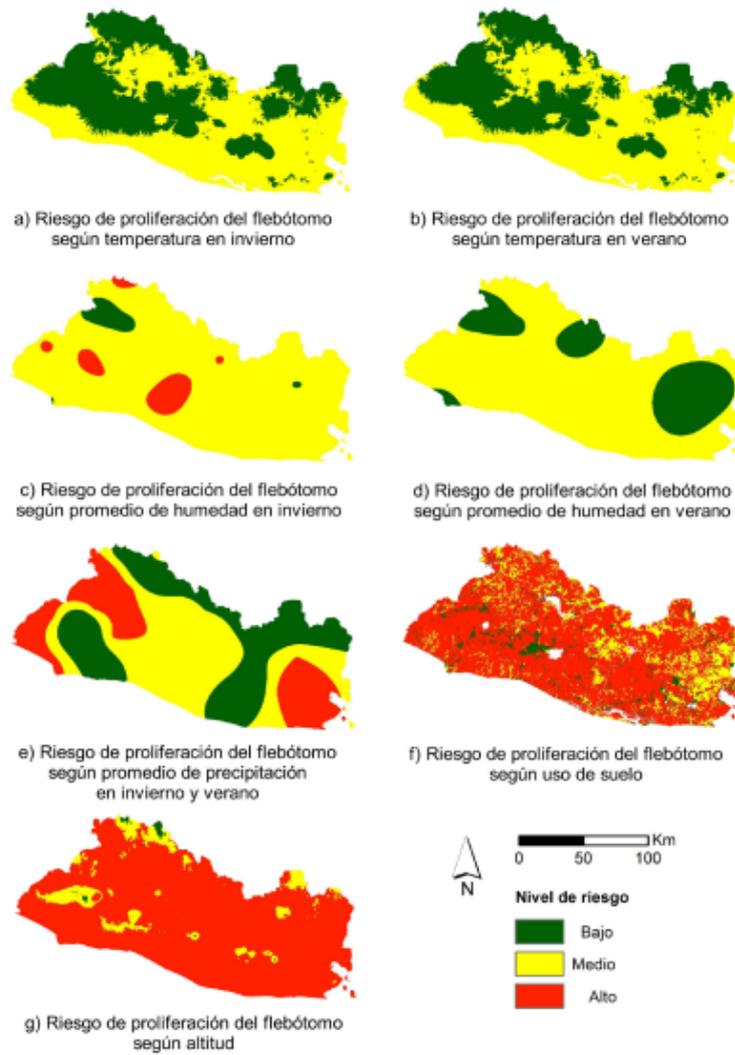


FIGURA 1G  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores ambientales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

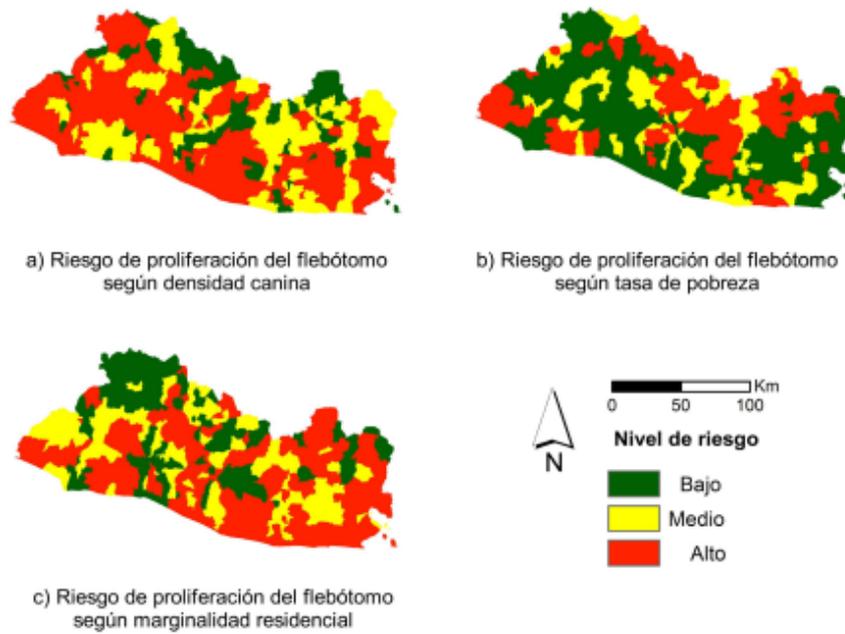


FIGURA 2A  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores sociales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

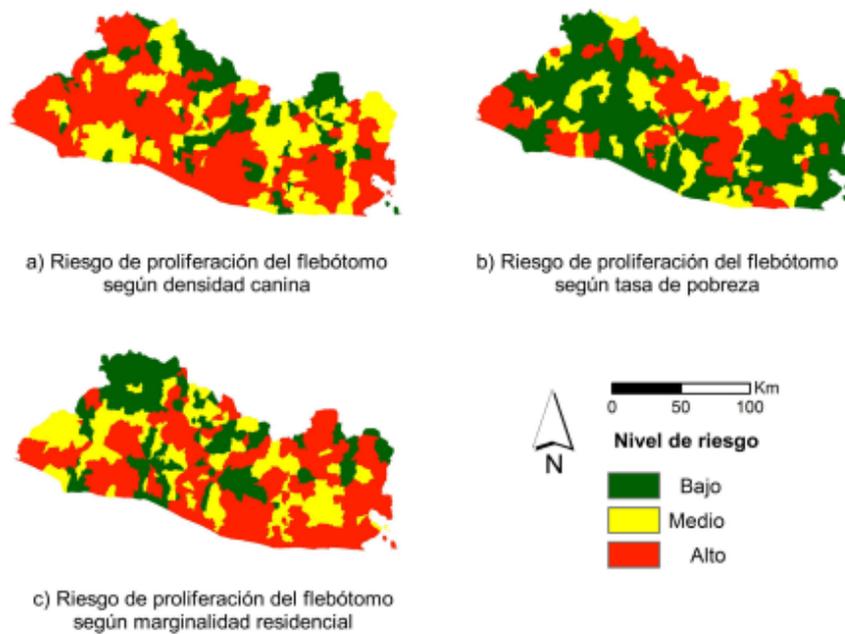


FIGURA 2B  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores sociales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

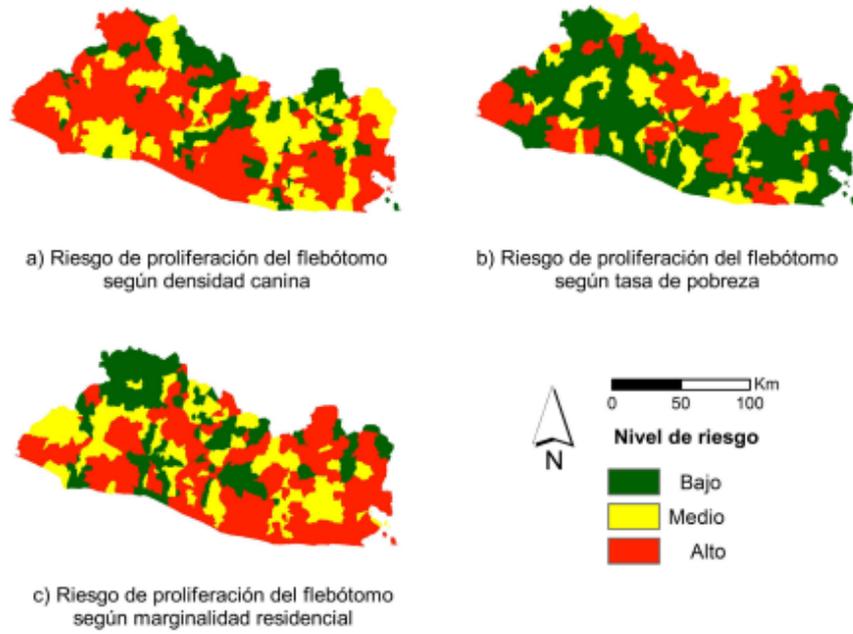
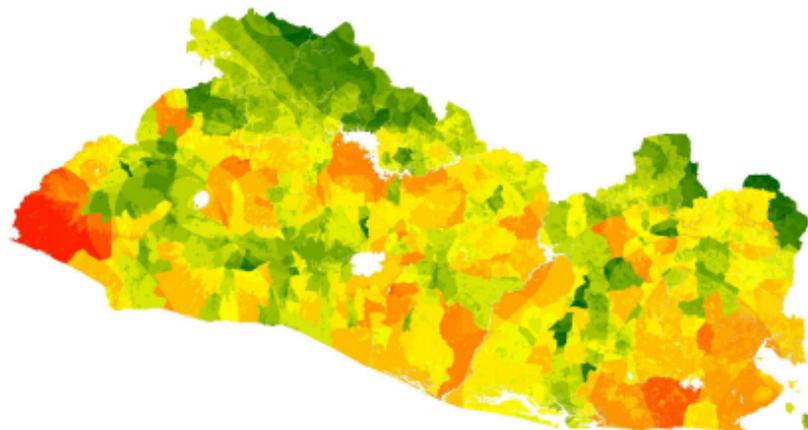
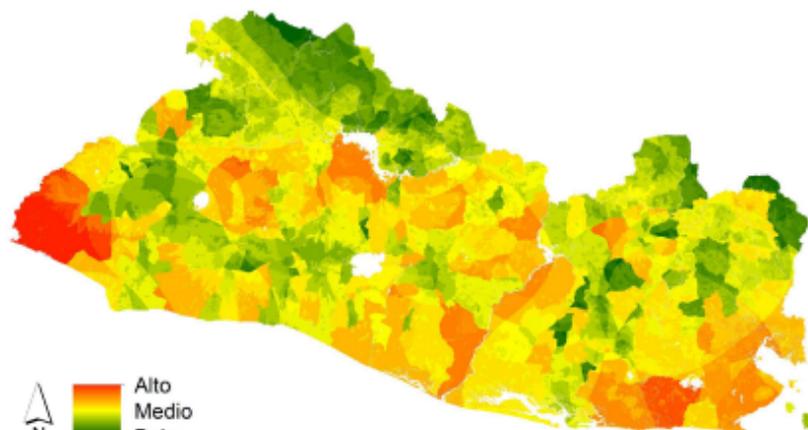


FIGURA 2C  
Riesgo de proliferación del flebótomo según factores sociales  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

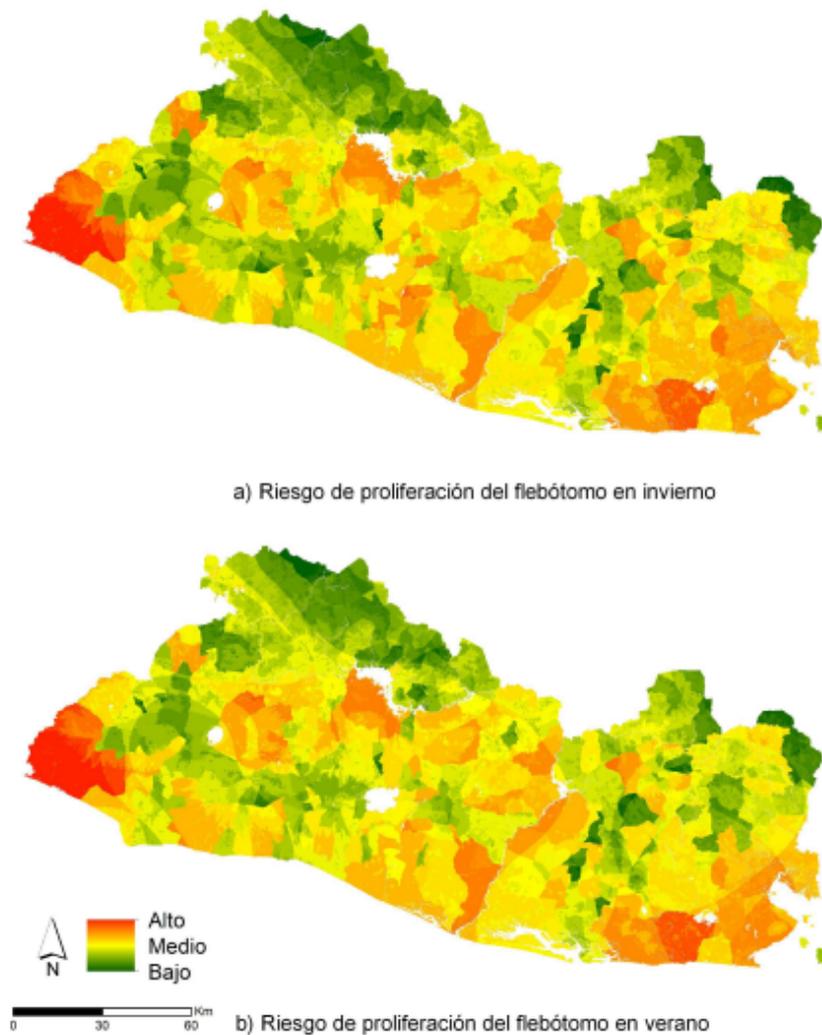


a) Riesgo de proliferación del flebótomo en invierno



b) Riesgo de proliferación del flebótomo en verano

**FIGURA 3A**  
Mapas finales de riesgo de la proliferación del flebótomo  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*



**FIGURA 3B**  
 Mapas finales de riesgo de la proliferación del flebótomo  
*Elaboración propia a partir de bases de datos de instituciones públicas y privadas en El Salvador*

**TABLA 1**  
 Priorización de factores ambientales y sociales de acuerdo con el criterio de expertos

Factor	Variable	Peso (%)
Ambiental	Temperatura °C	23
	Humedad relativa	25
	Pluviosidad	26
	Altitud	14
	Uso de suelo	12
Social	Tasa de pobreza	33
	Marginalidad residencial	26
	Densidad canina	41

Elaboración propia a partir del resultado de criterio de expertos

TABLA 2  
Valores reclasificados de datos ambientales y sociales según análisis multicriterio

Tipo de factor	Rango de valores	Nivel de riesgo (valor reclasificado)
Temperatura (°C)	< 24	Bajo
	24 -28	Medio
	>28	Alto
Humedad relativa (%)	< 75	Bajo
	75 – 85	Medio
	> 80	Alto
Pluviosidad (mm)	2101 - 3000	Bajo
	1901 - 2100	Medio
	1500 - 1900	Alto
Altitud (m.s.n.m.)	> 2701	Bajo
	901 – 2700	Medio
	< 900	Alto
Uso de suelo	Actividad antrópica, humedales, páramos y desiertos	Bajo
	Pastos	Medio
	Agrícola y suelos de bosque natural	Alto
Tasa de pobreza	10.3 – 49.8	Bajo
	49.9 – 56.8	Medio
	56.9 – 88.5	Alto
Marginalidad residencial (%)	< 33	Bajo
	33 - 66	Medio
	> 66	Alto
Densidad canina (población canina entre población urbana o rural por municipio)	154 - 1826	Bajo
	1827 - 4453	Medio
	4454 – 53 821	Alto

Elaboración propia a partir búsqueda bibliográfica y criterio de expertos

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. OMS: Why are some tropical diseases called “neglected”? [Internet]. 2018 [Consultado el 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/features/qa/58/en/>
2. Organización Mundial de la Salud. OMS: Leishmaniasis [Internet] 2018. [Consultado el 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>
3. Jetten T, Focks D. Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. *Am J Trop Med Hyg.* 1997; [Consultado el 15 de mayo de 2018]. 57(3):285–97. DOI: 10.4269/ajtmh.1997.57.285

4. Zilberstein D, Shapira M. The role of pH and temperature in the development of Leishmania parasites. *Annu Rev Microbiol.* 1994; [Consultado el 27 de junio de 2018] 48:449–70. DOI: 10.1146/annurev.mi.48.100194.002313
5. Feliciangeli MD. Natural breeding places of phlebotomine sandflies. *Med Vet Entomol.* 2004; [Consultado el 27 de junio de 2018] 18(1):71–80. DOI: 10.1155/2012/124068
6. Patz JA, Graczyk TK, Geller N, Vittor AY. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *Int J Parasitol.* 2000; [Consultado el 27 de junio de 2018] 30(12–13):1395–405. DOI: 10.1016/S0020-7519(00)00141-7
7. Harhay MO, Olliaro PL, Costa DL, Costa CHN. Urban parasitology: visceral leishmaniasis in Brazil. *Trends Parasitol.* 2011; [Consultado el 27 de junio de 2018] 27(9):403–9. DOI: 10.1016/j.pt.2011.04.001
8. Arias Ramírez J, Beltrán F, Desjeux P, Walton B. Epidemiología y control de la leishmaniasis en las Américas, por país o territorio. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud; 1996. PMID:9223156
9. Ministerio de Salud. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica – VigEpES [Internet]. 2018. [Consultado el 14 de mayo de 2018] Disponible en: <http://vigepes.salud.gob.sv/>
10. Laaribi A, Chevallier J, Martel J. A spatial decision aid: A multicriterion evaluation approach. *Comput Environ Urban Syst.* 1996; [Consultado el 27 de junio de 2018] 20(6):351–66. DOI: 10.1016/S0198-9715(97)00002-1
11. Giupponi C, Eiselt B, Ghetti P. A multicriteria approach for mapping risks of agricultural pollution for water resources: The Venice Lagoon watershed case study. *J Environ Manage.* 1999; [Consultado el 27 de junio de 2018] 56(4):259–69. DOI: 10.1006/jema.1999.0283
12. Baltussen R, Niessen L. Priority setting of health interventions: the need for multi-criteria decision analysis. *Cost Eff Resour Alloc.* 2006; [Consultado el 28 de junio de 2018] 4(1):14. DOI: 10.1186/1478-7547-4-14
13. Hongoh V, Hoen AG, Aenishaenslin C, Waaub J-P, Bélanger D, Michel P, et al. Spatially explicit multi-criteria decision analysis for managing vector-borne diseases. *Int J Health Geogr.* 2011; [Consultado el 28 de junio de 2018] 10:70. DOI: 10.1186/1476-072X-10-70
14. Chikodzi D. Spatial Modelling of Malaria Risk Zones Using Environmental, Anthropogenic Variables and Geographical Information Systems Techniques. *J Geosci Geomat.* 2013; [Consultado el 28 de junio de 2018] 1(1):8–14. DOI: 10.12691/jgg-1-1-2
15. Tran A, Ippoliti C, Balenghien T, Conte A, Gely M, Calistri P, et al. A Geographical Information System-Based Multicriteria Evaluation to Map Areas at Risk for Rift Valley Fever Vector-Borne Transmission in Italy. *Transbound Emerg Dis.* 2013; [Consultado el 27 de junio de 2018] 60(2):14–23. DOI: 10.1111/tbed.12156
16. Ministerio de Economía. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2017 [Internet]. 2017. [Consultado el 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/novedades/avisos/804-ya-se-encuentra-disponible-la-publicacion-chpm-2017.html>
17. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Clima en El Salvador [Internet]. 2018. [Consultado el 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima+en+el+salvador/>
18. Saaty RW. The Analytic Hierarchy process-what it is and how it is used. *Math Model.* 1987; [Consultado el 15 de mayo de 2018] 9(3–5):161–76. DOI: 10.1016/0270-0255(87)90473-8
19. MCDM. International Society on Multiple Criteria Decision Making [Internet]. 2013. [Consultado el 26 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.mcdmsociety.org/>
20. Kumar Rajesh, Kumar Sanjay. Change in global Climate and Prevalence of Visceral Leishmaniasis. IJSRP [Internet]. 2013; [Consultado el 26 de marzo de 2015]. 3(1). Disponible en: <http://www.ijsrp.org/research-paper-1301/ijsrp-p1373.pdf>
21. Hlavacova J, Votypka J, Volf P. The effect of temperature on Leishmania (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) development in sand flies. *J Med Entomol.* septiembre de 2013; [Consultado el 26 de marzo de 2015] 50(5):955–8.
22. World Bank, CIAT, CATIE. Climate-Smart Agriculture in El Salvador [Internet]. [Consultado el 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/rest/bitstreams/60127/retrieve>

23. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Informe Nacional Estado Actual de las Áreas Naturales Protegidas El Salvador [Internet]. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2003 mar [citado el 15 de mayo de 2018] p. 57. Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/descarga/i-informe-nacional-del-sistema-de-areas-protectidas-de-el-salvador/?wpdmdl=18603>
24. Benkova I, Volf P. Effect of temperature on metabolism of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae). *J Med Entomol.* 2007; [Consultado el 26 de marzo de 2015] 44(1):150–4.
25. Kasap OE, Alten B. Laboratory estimation of degree-day developmental requirements of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae). *J Vector Ecol J Soc Vector Ecol.* 2005; [Consultado el 26 de marzo de 2015] 30(2):328–33.
26. Salomón OD, Quintana MG, Mastrángelo AV, Fernández MS. Leishmaniasis and Climate Change—Case Study: Argentina. *J Trop Med.* 2012; [Consultado el 26 de marzo de 2015] 1–11. DOI: 10.1155/2012/601242
27. Soares RPP, Turco SJ. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae): a review. *An Acad Bras Cienc.* septiembre de 2003; [Consultado el 26 de marzo de 2015] 75(3):301–30. DOI: 10.1590/S0001-37652003000300005
28. Ready PD. Biology of Phlebotomine Sand Flies as Vectors of Disease Agents. *Annu Rev Entomol.* 2013; [Consultado el 26 de marzo de 2015] 58(1):227–50. DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153557.
29. Salomón OD, Orellano PW. *Lutzomyia longipalpis* in Clorinda, Formosa province, an area of potential visceral leishmaniasis transmission in Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2005; [Consultado el 26 de marzo de 2015] 100(5):475–6. DOI: 10.1590/S0074-02762005000500005
30. World Bank. Climate Change Knowledge Portal. Average Monthly Temperature and Rainfall for El Salvador from 1901-2015. [Internet]. [Consultado el 15 de mayo de 2018]. Disponible en: [http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country\\_historical\\_climate&ThisCCCode=SLV](http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_historical_climate&ThisCCCode=SLV)
31. Elnaiem DA. Environmental determinants of the distribution of *Phlebotomus orientalis* in Sudan. *Ann Trop Med Parasitol.* el 1 de diciembre de 1998; [Consultado el 15 de mayo de 2018]. 92(8):877–87. DOI: 10.1080/00034983.1998.11813353
32. Thomson MC, Elnaiem DA, Ashford RW, Connor SJ. Towards a kala azar risk map for Sudan: mapping the potential distribution of *Phlebotomus orientalis* using digital data of environmental variables. *Trop Med Int Health* TM IH. 1999; [Consultado el 15 de mayo de 2018]. 4(2):105–13. DOI: 10.1046/j.1365-3156.1999.00368.x
33. Yared S, Gebresilassie A, Akililu E, Deribe K, Balkew M, Warburg A, *et al.* Diversity and altitudinal distribution of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in visceral leishmaniasis endemic areas of northwest Ethiopia. *Acta Trop.* 2017; 176:1–10. DOI: 10.1016/j.actatropica.2017.07.008
34. Acosta LA, Mondragon-Shem K, Vergara D, Velez-Mira A, Cadena H, Carrillo LM. Ampliación de la distribución de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae) en el departamento de caldas: potencial aumento del riesgo de leishmaniasis visceral. *Biomédica* [Internet]. 2012 [Consultado el 21 de julio de 2018];33(2). DOI: 10.7705/biomedica.v33i2.762
35. Maia C, Dionísio L, Afonso MO, Neto L, Cristóvão JM, Campino L. Leishmania infection and host-blood feeding preferences of phlebotomine sandflies and canine leishmaniasis in an endemic European area, the Algarve Region in Portugal. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* junio de 2013; [Consultado el 15 de mayo de 2018]. 108(4):481–7. DOI: 10.1590/S0074-0276108042013014
36. Ready PD. Leishmaniasis emergence and climate change. *Rev Sci Tech Int Off Epizoot.* 2008; [Consultado el 15 de mayo de 2018]. 27(2):399–412
37. Petersen CA, Barr SC. Canine Leishmaniasis in North America: Emerging or Newly Recognized? *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2009; [Consultado el 15 de mayo de 2018]. 39(6):1065–74. DOI: 10.1016/j.cvsm.2009.06.008
38. Costa CHN, Werneck GL, Rodrigues L, Santos MV, Araujo IB, Moura LS, *et al.* Household structure and urban services: neglected targets in the control of visceral leishmaniasis. *Ann Trop Med Parasitol.* 2005; [Consultado el 15 de mayo de 2018].99(3):229–36. DOI: 10.1179/136485905X28018

39. Tesh RB. Control of zoonotic visceral leishmaniasis: is it time to change strategies? *Am J Trop Med Hyg.* marzo de 1995; [Consultado el 15 de mayo de 2018].52(3):287–92. DOI: 10.4269/ajtmh.1995.52.287