

Identificación taxonómica y distribución de *Lutzomyia* spp., en el cañón del río Cauca, municipios del proyecto Hidroituango

Taxonomic identification and distribution of *Lutzomyia* spp. in Cauca River Canyon municipalities of the Hidroituango project

Giovani Zapata-Úsuga^{1*}, Wilber Gómez-Vargas^{1,2}, Paula Mejía-Salazar¹, Boris Zuleta-Ruiz¹, Walter Zuluaga-Ramírez¹

Resumen

En proyectos hidroeléctricos se han realizado pocas investigaciones para determinar la composición taxonómica de dípteros de la familia Psychodidae, subfamilia Phlebotominae. En este trabajo se realizó un inventario taxonómico de flebotomos en el área de influencia de la central hidroeléctrica de Ituango, departamento de Antioquia con el fin de actualizar su distribución y resaltar su importancia médica como vectores del protozoo del género *Leishmania*. Para esto, se realizaron monitoreos entomológicos con trampas CDC y trampas Shannon, en diez municipios de la subregión occidente (Santa Fe de Antioquia, Peque, Olaya, Liborina y Sabanalarga) y de la subregión norte (municipios de Ituango, Briceño, Valdivia, Toledo y San Andrés de Cuerquia). Para la identificación taxonómica se utilizaron las claves de Young y Duncan y Galati. En total se recolectaron 7993 flebotomos, distribuidos en 39 especies según Galati, destacándose seis especies consideradas vectores de especies de *Leishmania*, que causan la leishmaniasis cutánea. Estas especies fueron *Lutzomyia* (*Trl.*) *gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Psychodopygus panamensis*, *Pintomyia* (*Pif.*) *columbiana*, *Nyssomyia. trapidoi* y *Ny. yuilli yuilli*. Los datos indican que la zona de muestreo es endémica para la leishmaniasis debido a la presencia de vectores transmisores de este parásito. El inventario sobre la distribución de flebotomos servirá de base para estudios posteriores que permitan la implementación de estrategias de vigilancia y control.

Palabras clave: hidroeléctrico, *Leishmania* spp., Phlebotominae, protozoo, vectores

Abstract

In hydroelectric projects, few investigations have been carried out to determine the taxonomic composition of diptera of the family Psychodidae, subfamily Phlebotominae. In this work, a taxonomic inventory of phlebotomine sandflies was conducted in the area of influence of the Ituango hydroelectric power plant, department of Antioquia. We highlight their medical importance as vectors of the protozoan of the genus *Leishmania* and update their distribution. Entomological monitoring was carried out in ten municipalities from the western subregion (Santa Fe de Antioquia, Peque, Olaya, Liborina and Sabanalarga) and the northern subregion (the municipalities of Ituango, Briceño, Valdivia, Toledo and San Andrés de Cuerquia). CDC traps and Shannon traps were used for monitoring. For taxonomic identification, the keys of Young and Duncan and Galati were used. A total of 7993 phlebotomine sandflies were collected, distributed in 39 species according to Galati, highlighting six species considered vectors of *Leishmania* spp. that causes cutaneous leishmaniasis, which are: *Lutzomyia* (*Trl.*) *gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Psychodopygus panamensis*,

¹ Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

² Instituto Colombiano de Medicina Tropical, Universidad CES, Medellín, Colombia.

* Autor de correspondencia: giovani.zapata@udea.edu.co

Recibido: enero 16, 2023; aceptado: agosto 24, 2023; publicado: noviembre 29, 2023.

Pintomyia (Pif.) *columbiana*, *Nyssomyia*. *trapidoi* and *Ny. yuilli yuilli*. We conclude that the sampling area is endemic for leishmaniasis due to the presence of vectors transmitting this parasite. The inventory on the distribution of phlebotomine sandflies will serve as a basis for further studies that allow the implementation of surveillance and control strategies.

Keywords: hydroelectric, *Leishmania* spp., Phlebotomine, protozoan, vectors

INTRODUCCIÓN

Los Psicódidos son insectos del orden Diptera (suborden Nematocera: Psychodidae: Phlebotominae), pertenecientes a la familia Psychodidae y a la subfamilia Phlebotominae (Young y Duncan, 1994). Los flebotomíneos son los vectores principales de parásitos del género *Leishmania* spp. que causan una enfermedad zoonótica conocida como leishmaniasis que presenta diversas manifestaciones clínicas y su transmisión se da en áreas tropicales y subtropicales, siendo endémica en 98 países (Alvar et al., 2012; Ferro et al., 2015). Existen 350 millones de personas en riesgo y se estima que alrededor de 900 mil a 1.3 millones de casos nuevos de leishmaniasis se reportan cada año (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2023).

De las investigaciones realizadas, es importante mencionar que, en Antioquia, Porter realizó el primer estudio sobre un inventario de los flebotomíneos, en el área de influencia de la central hidroeléctrica de Providencia ubicada en el municipio de Anorí en 1970. En este estudio se registraron cuatro especies del género *Lutzomyia* (*Lu. hartmanni*, *Lu. gomezi*, *Lu. trapidoi* y *Lu. yuilli*) y una del género *Warileya* (*Wa. rotundipennis*) (Porter y DeFoliart, 1981).

Otro estudio fue realizado entre los años 1997 y 2000 por el Grupo del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) de la Universidad de Antioquia en la central hidroeléctrica de Porce II, donde registraron ocho especies de *Lutzomyia* (*Lu. barretoii*, *Lu. lichyi*, *Lu. gomezi*, *Lu. shannoni*, *Lu. panamensis*, *Lu. triramula*, *Lu. carreraei* y *Lu. walkeri*) (Zuluaga et al., 2012); también este grupo realizó estudios desde 2007 hasta 2009 en el Proyecto Hidroeléctrico Porce III, reportando 13 especies de *Lutzomyia* (Zuluaga et al., 2012).

En el año 2003 en las represas de ISAGEN en el municipio de San Carlos en Antioquia, el Instituto Colombiano de Medicina Tropical (ICMT), realizó un estudio de foco en la zona, registrando las especies *Lu. panamensis*, *Lu. gomezi*, *Lu. bifoliata*

y *Wa. rotundipennis* y con base en la abundancia encontrada en los sitios de muestreo, el comportamiento antropofílico y los antecedentes vectoriales, se consideró que *Lu. panamensis* y *Lu. gomezi*, son las especies responsables de la transmisión del parásito que causa la leishmaniasis cutánea en esta zona (Parra-Henao y Echavarría, 2005).

Por otro lado, para el departamento de Caldas, en el año 2008 se reportó un estudio de foco de leishmaniasis en la central hidroeléctrica La Miel I en los sectores de Guarinó y Manso, y se encontraron cinco especies de *Lutzomyia* (*Lu. longipalpis*, *Lu. gomezi*, *Lu. trapidoi*, *Lu. trinidadensis* y *Lu. cayennensis*) (Vergara et al., 2008). Otro estudio realizado en esta misma central en 2013 reportó por primera vez la altura máxima de distribución de *Lu. longipalpis* a 1350 m.s.n.m (Acosta et al., 2013).

En el año 2012 en el municipio de Chaparral (Tolima) en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Amoyá (2008-2009), se identificaron 13 especies de flebotomíneos, de las cuales las especies *Lu. longiflocosa*, *Lu. columbiana*, *Lu. nuneztovari*, *Lu. suapiensis* y *Wa. rotundipennis* son importantes epidemiológicamente y se incriminó a *Lu. longiflocosa*, ya que ha sido registrada como portadora de *Leishmania braziliensis* (Contreras et al., 2012). En el departamento de Santander, durante estudios realizados en 2016 y 2017 en la central hidroeléctrica de Sogamoso, fueron registradas 21 especies de *Lutzomyia*; resaltándose la presencia de *Lu. gomezi*, *Lu. panamensis* y *Lu. ovallesi* como especies transmisoras importantes de parásitos que causan la leishmaniasis cutánea y predominó la especie *Lu. longipalpis* transmisora de especies de *Leishmania* que causan la leishmaniasis visceral (Gómez-Vargas y Zapata-Úsuga, 2022).

Por último, en el año 2016 en la central hidroeléctrica de Urrea se reportó la presencia de 12 especies de *Lutzomyia*, donde se encontró además que siete de ellas estaban infectadas naturalmente con *Leishmania* spp. (*Lu. panamensis*, *Lu. gomezi*, *Lu. cayennensis*, *Lu. micropyga*, *Lu. shannoni*, *Lu.*



trinidadensis y *Lu. yuilli yuilli*). También realizaron cinco registros nuevos para el departamento de Córdoba (*Lu. carpenteri*, *Lu. dysponeta*, *Lu. atroclavata* y *Lu. yuilli yuilli*) (Vivero et al., 2016)

En el nuevo mundo los flebotómíneos están implicados en la propagación de los protozoos del género *Leishmania* Ross, 1903, (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) (Akhoundi et al., 2016; Lainson y Shaw, 1973; Vivero et al., 2015); pero también de arbovirus de la familia Bunyviridae donde sobresale el género *Flebovirus*, representado principalmente por la fiebre de flebotómíneos (conocida como fiebre de Panamá en el nuevo mundo y en el viejo mundo conocida como “fiebre pappataci”) y de la familia Rhabdoviridae representada por el género *Vesiculovirus* (que produce encefalitis por virus Chandipura), meningitis estival (virus Toscana), estomatitis vesicular (llamada estomatitis New Jersey ó estomatitis indiana), la cual afecta bovinos, equinos, porcinos y humanos. Adicionalmente, transmiten otros patógenos como la bacteria *Bartonella bacilliformis* que produce la enfermedad de Carrión (Acevedo y Arrivillaga, 2008; Maroli, et al., 2013; Vivero et al., 2015; Young, 1977). Lo anterior se debe al comportamiento hematófago de las hembras, que necesitan de las fuentes sanguíneas, para realizar su ciclo gonotrófico, de sus hospederos vertebrados endotérmicos (ganado, perros, roedores y el hombre) (Sales et al., 2015; Sant’Anna et al., 2008; Tanure et al., 2015) y los vertebrados exotérmicos, como los reptiles y anfibios (Abbate et al., 2020; Young y Duncan, 1994). Los machos se alimentan preferiblemente de azúcares producidos por las plantas o por áfidos y/o coccidios y las hembras complementan su alimentación con estos azúcares (Bastidas et al., 2004; Cameron et al., 1994). Los flebotómíneos son considerados telmófagos, porque laceran la piel del animal utilizando sus mandíbulas, provocando una pequeña acumulación de sangre de la cual se alimentan (Gonzalez, 2019).

Existen 1000 especies de flebotómíneos, de las cuales 535 se han registrado en las Américas (Galati, 2018) y aproximadamente 45 son vectores de diferentes especies de *Leishmania* (Cecílio et al., 2022; Gradoni, 2018). En cuanto a Colombia, se han descrito 167 especies (Ferro et al., 2015), de las cuales, 153 hacen parte del género *Lutzomyia* (Bejarano y Estrada, 2016) y de éstas, 14 están incriminadas como vectores confirmados y ocho como vectores potenciales (Gómez-Vargas y Zapa-

ta-Úsuga, 2022; Méndez- Cardona, 2021).

Las siguientes especies confirmadas como vectores en Colombia son: *Lu. columbiana* (Bejarano et al., 2003; Grimaldi et al., 1989; Montoya-Lerma et al., 1999., Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2012, p. 109), *Lu. evansi* (Bejarano et al., 2002; Bejarano et al., 2003; OPS, 2012; Travi et al., 2001; Urango y Hoyos-López, 2022), *Lu. gomezi* (Alexander et al., 2001; Bejarano et al., 2002; Montoya-Lerma et al., 1999), *Lu. hartmanni* (Alexander et al., 2001; Grimaldi et al., 1989), *Lu. lichyi* (Alexander et al., 1995; Warburg et al., 1991), *Lu. longiflocosa* (Bejarano et al., 2003; Cárdenas et al., 1999; Méndez-Cardona, 2021; Pardo et al., 1999), *Lu. longipalpis* (Corredor et al., 1989, 1990; Goenaga-Mafud et al., 2020), *Lu. ovallesi* (Alexander et al., 2001; Bejarano et al., 2003), *Lu. panamensis* (Alexander et al., 1995; Bejarano et al., 2003), *Lu. scorzai* (Alexander et al., 1995), *Lu. spinicrassa* (Morales et al., 2005), *Lu. trapidoi* (Alexander et al., 2001; Corredor et al., 1990; Martínez et al., 2018; Santamaría et al., 2006, Travi et al., 1988), *Lu. umbratilis* (Grimaldi et al., 1989), y *Lu. yuilli yuilli* (Martínez et al., 2018; Santamaría et al., 2006).

Los vectores potenciales son: *Lu. antunesi* (Niño y Pérez-Español., 2021, Vásquez-Trujillo et al., 2008), *Lu. davisii* (Bejarano et al., 2006), *Lu. flaviscutellata* (Cabrera et al., 2009, OPS., 2012), *Lu. hirsuta hirsuta* (Cabrera et al., 2009, Ministerio de Protección Social [Minsalud]., 2010, p. 50), *Lu. torvida*, *Lu. townsendi* (Bejarano et al., 2003), *Lu. trinidadensis* (Vivero et al., 2017) y *Lu. quasitownsendi* (Bejarano et al., 2003; García-Leal et al., 2020).

Para los municipios de la zona influencia de la central hidroeléctrica Ituango, los primeros registros de leishmaniasis se dieron a partir de 1995, en municipios de la subregión norte como Briceño (ocho casos), Ituango (10 casos), Valdivia (38 casos) y para la subregión occidente solo se registró en Sabanalarga un caso, mientras que para el departamento se registraron 895 casos en ese mismo año (Dirección Seccional de Salud de Antioquia [DSSA], 1998). En el año 1997, el departamento registró 951 casos de leishmaniasis, reportando municipios de la zona de influencia, tales como Briceño (dos casos), Ituango (44 casos), Valdivia (70 casos) y Santa Fe de Antioquia (un caso) (DSSA y Laboratorio Departamental de Salud [LDS], 1998).

Entre los años 1998 a 2001 no hay registros para estas zonas.

En el año 2002 fueron considerados endémicos algunos municipios de la zona de estudio, como el municipio de Valdivia en la subregión norte, municipio que entre 2002 y 2011 registró 1825 y entre 2012-2020 se registraron 1198 casos de leishmaniasis, seguido de Ituango que entre 2002-2011 registró 785 casos y de 2012 a 2020 reportó 464 casos, luego Briceño que en el período de 2002 a 2011 registró 204 casos y para el período de 2012 a 2020 reportó 121 casos. Para los municipios de la subregión occidente, podemos decir que Santa fe de Antioquia es el que más casos registró con un total de 458 casos distribuidos así: de 2002 a 2011 registró 52 casos y de 2012 a 2020 reportó 406 casos. Otros municipios de esta subregión que reportaron casos fueron Sabanalarga (2002 a 2011 registró ocho casos y del 2012 a 2020 reportó 284 casos) y Buriticá (2002 a 2011 registró cuatro casos y del 2012 a 2020 registró 131 casos) (DSSA, 2011, 2020). Debido a esto, la subregión norte del departamento de Antioquia es considerada de alta incidencia y endémica para leishmaniasis, especialmente los municipios de Briceño, Ituango y Valdivia, este último, donde se han realizado estudios de foco (Posada-López et al., 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la zona rural de la subregión occidente de los municipios de Buriticá (6°43'12"N, 75°54'27"O), Liborina (6°40'41"N 75°48'44"O), Olaya (6°37'40"N 75°48'43"O), Sabanalarga (6°50'54"N 75°49'01"O), Peque y Santafé de Antioquia (6°33'23"N 75°49'39"O) y en la subregión norte en los municipios de Briceño (7°6'38"N, 75°33'4"O), Valdivia (7°09'49"N 75°26'21"O), Ituango (7°10'16"N 75°45'49"O), San Andrés de Cuerquia (6°54'52"N 75°40'33"O) y Toledo (7°00'37"N 75°42'06"O), municipios donde se está ejecutando el proyecto Hidroituango (figura 1). Estos municipios, se ubican en el cañón del río Cauca entre las cordillera central y occidental, y poseen dos ecotopos, uno tipo bosque seco fragmentado principalmente con cultivos de café y cacao en la subregión occidente, mientras que la subregión norte predomina el bosque húmedo tropical, predominando el bosque tipo galería, cultivos de café, cacao y cultivos ilícitos.

Muestreo entomológico

Se llevó a cabo durante dos noches en cada lugar, con trampa de luz tipo CDC entre las 18:00 y 06:00 horas ubicadas en el intra, peri y extradomicilio, y con trampa Shannon entre las 18:00 y 21:00 usando aspirador bucal. El monitoreo se realizó cada tres meses durante ocho años consecutivos (años 2012-2020), incluyendo temporadas secas y de lluvia. Todos los especímenes recolectados se almacenaron en tubos de 1,5 ml, con alcohol al 70%, posteriormente se aclararon con KOH al 10% y para los montajes semipermanentes se usó líquido de Hoyer. Para la identificación taxonómica se usaron las claves dicotómicas de Young (1977, 1979), Young y Duncan (1994) y Galati (Galati, 2018; Galati et al., 2017). Para los cálculos de indicadores entomológico para las especies de importancia médica se utilizó una base de datos de Excel. Para el análisis estadístico de diversidad se utilizó el software Past 3 y para la proyección de las especies y mapas el software Arcgis 10.1 y Maxent 3.4.4.

RESULTADOS

En total fueron identificados 7993 especímenes de flebotómicos (5469 especímenes para los municipios de la subregión norte y 2524 para los municipios de la subregión occidente), distribuidos en 39 especies pertenecientes a 13 géneros según la clasificación de Galati (Galati, 2018; Galati et al., 2017). La abundancia y el número total de especímenes colectados por municipio se registra en la tabla 1, según la subregión al cual pertenece dicho municipio.

De las especies colectadas en la zona de muestreo (tabla 1), seis de ellas están implicadas en la transmisión de parásitos del género *Leishmania* en el país, que son *Lu. (Trl.) gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Ps. panamensis*, *Pi. (Pif.) columbiana*, *Ny. trapedoi* y *Ny. yuilli yuilli*. En la figura 2 registramos como carácter morfológico de importancia sus respectivas espermatecas.

Dada la importancia epidemiológica de estas especies vectoras, se construyeron mapas de distribución potencial en MaxEnt (figura 3). Para el análisis de la distribución espacial de las seis especies se emplearon 90 puntos georreferenciados y para la construcción de los modelos predictivos con MaxEnt, se utilizaron 21 variables bioclimáticas, que corresponden a capas ambientales en for-

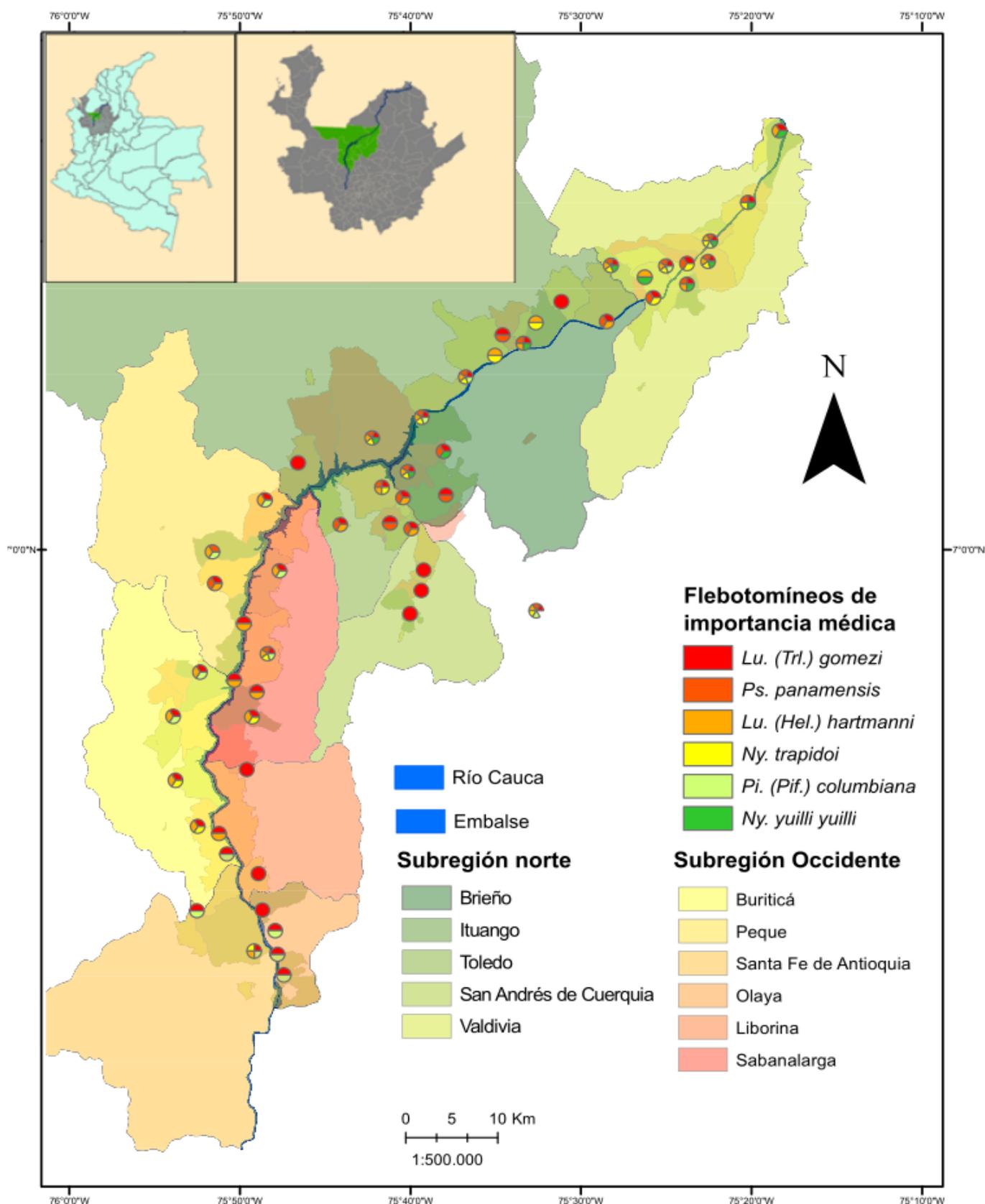


Figura 1. Mapa de las especies de flebotomíneos de interés en salud pública, registrado en el área del cañón del río Cauca, área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, Antioquia.

Tabla 1. Abundancia de especies de flebotomíneos colectadas en los diez municipios ubicados en el área de influencia de la Proyecto Hidroeléctrico Ituango, Antioquia entre los años 2012-2020.

Especie	Subregión norte							Subregión Occidente							
	Briceno	Ituango	San Andres de Cuerquia	Toledo	Valdivia	Total N	Pi	Buritica	Liborina	Olaya	Peque	Sabanalarga	Santa Fe de Antioquia	Total N	Pi
<i>Bi. olmea bicolor</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	2	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Bi. olmea sp</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	1	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Da. vespertilionis</i>	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	1	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	1	0,04%
<i>Da. rosabali</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	1	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Ev. dubitans</i>	0,37%	0,84%	0,00%	0,38%	0,11%	93	1,70%	0,51%	0,20%	0,28%	0,87%	1,93%	0,00%	96	3,79%
<i>Ev. walkeri</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	1	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,00%	5	0,20%
<i>Ev. saulensis</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	1	0,02%	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	3	0,12%
<i>Lu. cirrita</i>	0,00%	0,02%	0,00%	0,11%	0,16%	16	0,29%	2,92%	0,00%	0,00%	0,04%	0,28%	0,00%	82	3,24%
<i>Lu. harmami</i>	1,53%	3,63%	0,00%	4,69%	1,73%	635	11,59%	1,26%	0,24%	0,00%	2,09%	2,92%	0,08%	167	6,59%
<i>Lu. sanguinaria</i>	0,00%	0,09%	0,00%	0,00%	0,05%	8	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	1	0,04%
<i>Lu. scorzai</i>	0,04%	0,29%	0,04%	0,07%	0,18%	34	0,62%	0,00%	0,00%	0,04%	0,28%	0,04%	0,00%	9	0,36%
<i>Lu. strictivilla</i>	0,07%	0,62%	0,02%	0,29%	0,16%	64	1,17%	0,36%	0,00%	0,00%	0,79%	0,20%	0,00%	34	1,34%
<i>Lu. bifoliata</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	2	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1	0,04%
<i>Lu. lichyi</i>	0,04%	0,00%	0,00%	0,04%	0,05%	7	0,13%	0,00%	0,12%	0,08%	0,28%	0,04%	0,00%	13	0,51%
<i>Lu. gomezi</i>	3,74%	12,80%	0,27%	14,80%	18,73%	2758	50,35%	11,40%	6,27%	10,46%	2,60%	17,32%	1,97%	1268	50,04%
<i>Lu. spp</i>	0,49%	0,88%	0,00%	0,47%	0,29%	117	2,14%	0,67%	0,32%	0,36%	0,39%	1,03%	0,00%	70	2,76%
<i>Mg. migonei</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	1	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Mi. cayennensis</i>	0,00%	0,05%	0,00%	0,07%	0,02%	8	0,15%	1,93%	1,18%	0,83%	0,08%	0,75%	0,12%	124	4,89%
<i>Mi. micropyga</i>	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	1	0,02%	0,59%	0,20%	0,16%	0,00%	0,16%	0,47%	40	1,58%
<i>Mi. pilosa</i>	0,00%	0,02%	0,00%	0,02%	0,00%	2	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Mi. trinidadensis</i>	0,38%	1,59%	0,00%	1,72%	0,16%	211	3,85%	0,95%	1,34%	0,59%	0,28%	2,09%	0,47%	145	5,72%
<i>Mi. venezuelensis</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	1	0,04%
<i>Ny. trapidoi</i>	0,11%	0,16%	0,00%	0,02%	7,14%	407	7,43%	0,28%	0,00%	0,20%	0,00%	0,04%	0,43%	24	0,95%
<i>Ny. yuilli yuilli</i>	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	1,20%	67	1,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Ny. ylephiletor</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	3	0,12%
<i>Pa. carpenteri</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	1	0,02%	0,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	5	0,20%
<i>Pa. shannoni</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3	0,12%
<i>Pi. colombiana</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%	2,17%	0,08%	0,04%	7,10%	0,36%	0,59%	262	10,34%
<i>Pi. muneztovari</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,16%	0,00%	0,00%	4,10%	0,00%	0,00%	108	4,26%
<i>Pi. ovallesi</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%	0,24%	0,00%	0,00%	8	0,32%
<i>Pi. pia</i>	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	3	0,05%	0,28%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7	0,28%
<i>Pi. spinicrassa</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	1	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Pr. camposi</i>	0,05%	0,78%	0,00%	0,44%	0,15%	78	1,42%	0,12%	0,00%	0,00%	0,04%	0,28%	0,00%	11	0,43%
<i>Ps. carrerai carrerai</i>	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,07%	5	0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Ps. carrerai thula</i>	0,02%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	2	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Ps. hirsutus hirsutus</i>	0,40%	0,05%	0,00%	0,09%	0,04%	32	0,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Ps. nocticolus</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	2	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0,00%
<i>Ps. panamensis</i>	1,84%	4,98%	0,00%	6,90%	2,72%	901	16,45%	0,39%	0,28%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	20	0,79%
<i>Ty. trivamula</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	6	0,11%	0,04%	0,04%	0,00%	0,39%	0,04%	0,00%	13	0,51%
Total	9,13%	26,91%	0,33%	30,25%	33,22%	5469	100%	24,43%	10,34%	13,14%	19,81%	27,70%	4,18%	2524	100%

mato raster para la zona, con una resolución de 30 segundos. Los datos medios mensuales de precipitación y temperatura fueron tomados de la base de datos Worldclim (worldclim, 2020). Las variables utilizadas fueron las siguientes: BIO1, temperatura promedio anual (°C); BIO2, rango diurno de temperatura (°C); BIO3, isothermalidad (°C); BIO4, estacionalidad de temperatura (°C); BIO5, temperatura máxima del período más caliente (°C); BIO6, temperatura mínima del período más frío (°C); BIO7, rango anual de temperatura (°C); BIO8, temperatura media en el trimestre más lluvioso (°C); BIO9, temperatura promedio en el trimestre más seco (°C); BIO10, temperatura promedio en el trimestre más caluroso (°C); BIO11, temperatura promedio en el trimestre más frío (°C); BIO12, precipitación anual (mm); BIO13, precipitación en el período más lluvioso (mm); BIO14, precipitación en el período más seco (mm); BIO15, estacionalidad de la precipi-

tación (%); BIO16, precipitación en el trimestre más lluvioso (mm); BIO17, precipitación en el trimestre más seco (mm); BIO18, precipitación en el trimestre más caluroso (mm); y BIO19, precipitación en el trimestre más frío (mm). En este estudio no se pudieron incluir las variables topográficas y ecológicas.

En cuanto a las especies colectadas *Lu. (Hel.) sanguinaria* (Fairchild y Hertig, 1957), *Mg. (Mig.) migonei* (França, 1920), *Pi. (Pif.) spinicrassa* (Morales et al., 1969) y *Pi. (Pif.) moralesi* (Young, 1979), corresponden a registros nuevos para el departamento de Antioquia, ampliando así la expansión geográfica de estas especies en el país.

Además, fueron colectadas cinco especies en cebo humano, lo que sugiere que poseen hábitos antropofílicos, que fueron: *Lu. (Lut) lichyi*; para la cual ya han registrado dicho comportamiento en



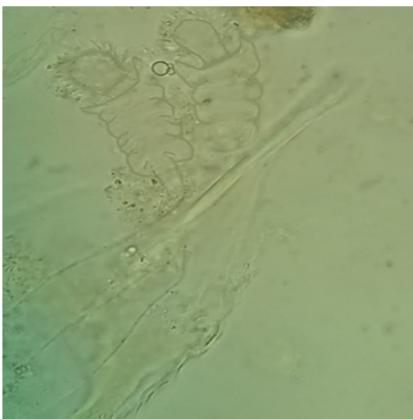
Lu. (Trl.) gomezi



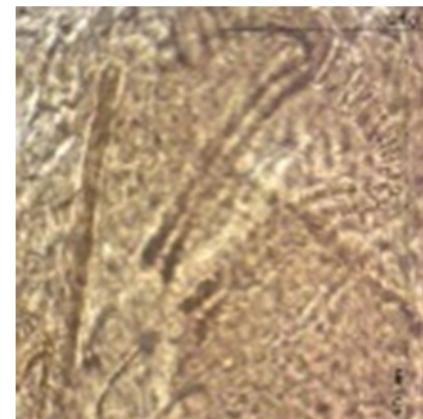
Lu. (Hel.) hartmanni



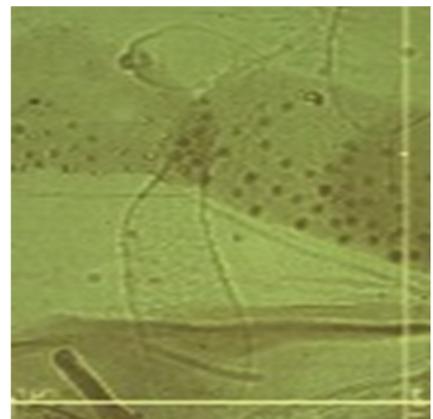
Ps. panamensis



Ny. trapidoi



Ny. yuilli yuilli



Pi. (Pif.) columbiana

Figura 2. Espermatecas de especies de flebotomíneos, de importancia epidemiológica, registrados en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, Antioquia.

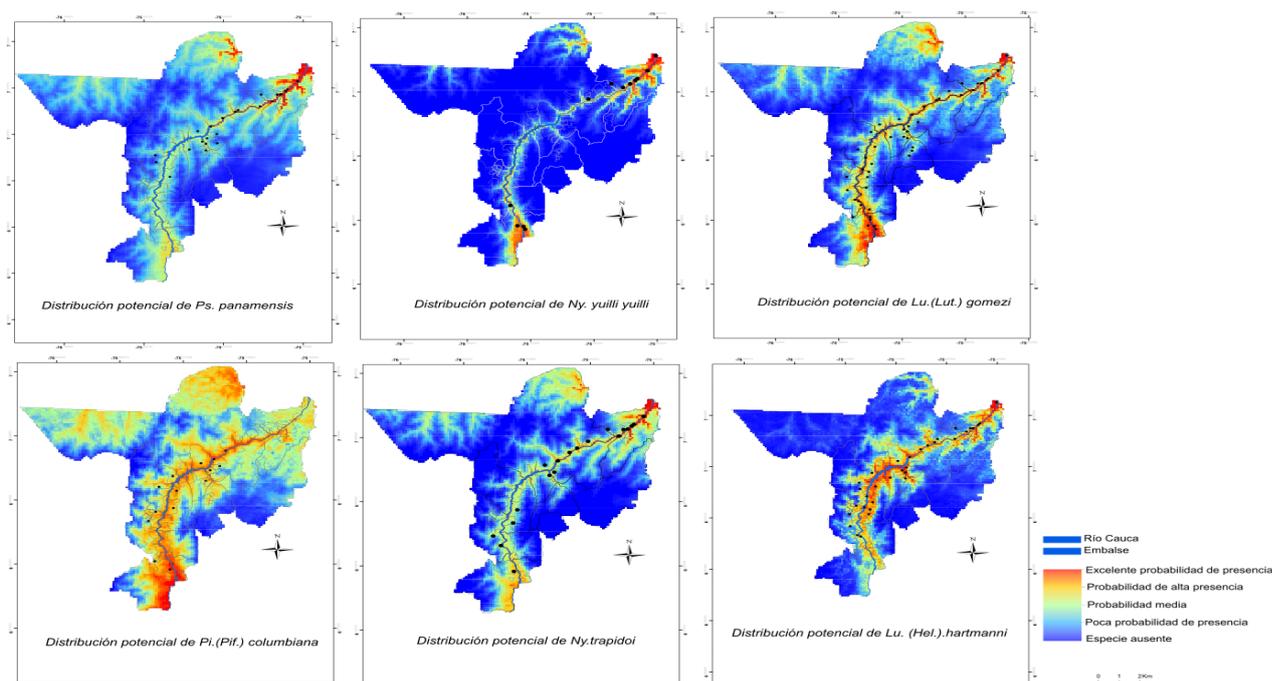


Figura 3. Distribución potencial de flebotomíneos, de importancia epidemiológica, registrados en el área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, Antioquia.

el valle del Cauca (Alexander et al., 2001) y en Venezuela (Cazorla-Perfetti, 2015). *Lu. (Hel.) stricтивilla*; especie que según Young, se alimenta de humanos (Young, 1979). *Mi.(Sau.) trinidadensis*; reportada con preferencia alimenticia hacia geckos y lagartijas (Young, 1979), sin embargo, existen registros de colecta picando a humanos en la Orinoquia colombiana (Vivero et al., 2010). *Ev.(Ald.) dubitans* que se considera saurófila (Young y Duncan, 1994), pero en el país hay reportes donde se ha encontrado picando a humanos en los Montes de María (Cortés et al., 2009). Finalmente, *Lu. (Hel.) cirrita*, registrada al sur oeste de Colombia en el Alto Anchicayá (Valle del Cauca) y reportada en cebo humano (Barreto et al., 1997).

DISCUSIÓN

Mediante esta investigación se determinó la diversidad y la abundancia de especies de flebotomíneos presentes en las áreas rurales del cañón del río Cauca, y que hacen parte del proyecto hidroeléctrico Ituango. También fue posible la actualización del inventario de especies importantes epidemiológicamente como son los vectores de la leishmaniasis en estos municipios.

Sumado a esto, pudo comprobarse la presencia

y amplia dispersión de especies reportadas en la literatura como vectores especies de *Leishmania* que causan la leishmaniasis cutánea: *Lu. (Trl.) gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Ps. panamensis*, *Ny. trapidoi*, *Ny. yuilli yuilli* y *Pi. (Pif.) columbiana*. Además, es importante anotar que en esta investigación se presentan nuevos registros para el departamento de Antioquia, estas son *Lu. (Hel.) sanguinaria*, *Mg. (Mig.) migonei*, *Pi. (Pif.) spinicrassa* y *Pi. (Pif.) moralesi*, sin embargo, hasta el momento no han sido incriminadas en la transmisión del parásito.

Los resultados permitieron establecer que en ambas subregiones la especie dominante y presente en todos los puntos de muestreo fue *Lu. (Trl.) gomezi*, la cual presentó un $Pi = 50,04$ para la subregión occidente y un $Pi = 50,35$ para la subregión norte. Esta especie fue colectada en extra, peri e intradomicilio, en cebo humano protegido y en trampa Shannon.

El comportamiento de esta especie es consistente con lo reportado por otros autores, donde se demuestra que esta especie podría adaptarse fácilmente a diferentes ambientes debido a un alto grado de adaptabilidad (Niño y Pérez-Español, 2021) y a la vez es la especie que está más amplia-

mente distribuida en el país ya que está registrada en 24 departamentos (Bejarano, 2006; Bejarano y Estrada, 2016; Ferro et al., 2015). Además, esta especie ha sido registrada en diferentes centrales hidroeléctricas del país, desde el trabajo realizado por Porter, en 1970 en la central hidroeléctrica Providencia (Porter y DeFoliart, 1981), hasta en trabajos posteriores como: en la central hidroeléctrica Porce II-III (Zuluaga et al., 2012), en Isagen-San Carlos (Parra-Henao y Echavarría, 2005), en la hidroeléctrica de Sogamoso (Gómez-Vargas y Zapata-Úsuga, 2022), y en la hidroeléctrica La Miel I (Veléz-Bernal et al., 1999). Con relación a trabajos realizados en otros países, donde hay registros de las especies de importancia, se encuentra Brasil, que reporta la presencia de *Lu. (Trl.) gomezi*, en las centrales hidroeléctricas Usina Luís Eduardo Magalhães (Vilela et al., 2011) y en el sistema hidroeléctrico Santo Antônio do Jari (Furtado et al., 2016), también es importante resaltar que en nuestro país *Lu. (Trl.) gomezi*, es el vector más importante en la transmisión de *L. panamensis* y *L. braziliensis* (Organización Mundial de la Salud, 2012), causantes de la leishmaniasis cutánea (INS, 2019). Con relación a las otras especies de importancia hay reportes de *Lu. (Hel.) hartmanni* y *Ny. trapidoi* en la hidroeléctrica Toaschi-Piltaón de Ecuador, donde por su abundancia implican a *Ny. trapidoi* como la responsable de la transmisión de los casos de leishmaniasis en la zona (León et al., 2014).

Desde el año 1997 el cañón del río Cauca, en especial la subregión norte, es una zona donde antes de iniciar la construcción del proyecto Hidroituango, algunos de sus municipios han registrado casos de leishmaniasis y son considerados endémicos para el departamento por el programa de control y prevención de ETV de la Seccional de Salud de Antioquia es por esto que se justifica realizar otros estudios sobre esta entomofauna en la zona.

Se observa que algunas especies fueron colectadas solamente en una subregión específica, tal es el caso de *Pi. (Pif.) columbiana*, la cual fue colectada solamente en la subregión occidente donde predomina el bosque seco tropical. Esta especie ha sido asociada con la transmisión *L. mexicana* en un foco de leishmaniasis cutánea del suroccidente del país (Cárdenas et al., 1999; Montoya et al., 1999) y presenta una distribución entre las Cordilleras Occidental y Central hasta zonas esteparias de La Guajira, en un amplio rango altitudinal que va de

100 a 2700 m.s.n.m (Bejarano et al., 2003). *Ny. yuilli yuilli* solamente fue colectada en la subregión norte donde predomina el bosque húmedo tropical. En cuanto a su bionomía se ha registrado en ocho departamentos que son: Amazonas, Antioquia, Caquetá, Chocó, Guaviare, Meta, Putumayo y Santander (Bejarano, 2006).

Al analizar las variables bioclimáticas con las especies de importancia epidemiológica puede observarse que están asociadas con el corredor biológico del río Cauca, donde hay unos puntos de mayor concentración, indicando a la vez mayor probabilidad de colectarlas. Lo anterior está relacionado con las zonas del cañón del río Cauca críticas para la leishmaniasis, como puede observarse en la figura 3 donde la zona en rojo representa los lugares de mayor presencia de estos flebotómicos y que son importantes en la casuística de la transmisión.

CONCLUSIONES

De manera general, podemos concluir que la zona del cañón del río Cauca donde se ejecutan las obras del proyecto hidroeléctrico Ituango, es un área de presencia de flebotómicos, donde existen especies que están implicadas en la transmisión de especies de *Leishmania* que causan leishmaniasis cutánea y mucocutánea, lo que se confirma con la presencia de pacientes que han registrado dicha enfermedad.

De las 55 especies reportadas para el departamento (Bejarano y Estrada, 2016), en la zona de estudio se encontraron 39 especies de flebotómicos y por lo menos seis especies son vectores confirmados de la transmisión del parásito: *Lu. (Trl.) gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Ps. panamensis*, *Ny. trapidoi* y *Ny. yuilli yuilli* y *Pi. (Pif.) columbiana*.

Basados en la abundancia de flebotomos de interés en salud pública encontrados en los sitios de muestreo, y el carácter endémico de la enfermedad en algunos de los municipios, se mantiene como un área de gran importancia epidemiológica para la transmisión de especies de *Leishmania* que causan la leishmaniasis cutánea, destacándose como posible vector principal *Lu. (Trl.) gomezi*, debido a su gran abundancia en la subregión norte como en occidental. Sin embargo, no es claro el papel vectorial de esta especie como también el de las otras especies de importancia, ni la dinámica de transmisión de cada una; siendo necesarios futuros estudios sistemáticos que permitan resolver estas

inquietudes y diseñar estrategias de control ajustadas.

FINANCIACIÓN

Este estudio se realizó gracias al Contrato CT-I 2012-000030 establecido entre EPM S.A. E.S.P. con la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia, entre los años 2012-2020.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos a EPM S.A.E.S.P. por la financiación del estudio. A la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia. Al Departamento de Biociencias de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Dra. Sandra Inés Uribe Soto. Se agradece especialmente a las personas de las zonas que nos brindaron acompañamiento, seguridad y el ingreso a sus viviendas para realizar los muestreos entomológicos.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Giovani Zapata-Úsuga participó como investigador principal del proyecto, en la elaboración del manuscrito y en los análisis de resultados. Wilber Gómez-Vargas participó en la colección del material de campo y en la elaboración del manuscrito. Paula Mejía-Salazar Vargas participó en la colección del material de campo. Boris Zuleta-Ruiz Vargas participó en la colección del material de campo. Walter Zuluaga-Ramírez Vargas participó en la coordinación del proyecto. Todos los autores aprobaron y revisaron la versión final del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaramos que no existe conflicto de interés.

REFERENCIAS

Abbate, J. M., Maia, C., Pereira, A., Arfuso, F., Gaglio, G., Rizzo, M., Caraccappa, G., Marino, G., Pollmeier, M., Giannetto, S., & Brianti, E. (2020). Identification of trypanosomatids and blood feeding preferences of phlebotomine sand fly species common in Sicily,

Southern Italy. *PLoS ONE*, 15(3), Article e0229536. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229536>

Acevedo, M. Á. & Arrivillaga, J. (2008). Eco-Epidemiología de flebovirus (Bunyaviridae, Phlebovirus) transmitidos por flebotomos (Psychodidae, Phlebotominae). *Boletín de Malaria y Salud Ambiental*, 48(1), 3-16. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000100001&lng=en&tlng=es.

Acosta, L. A., Mondragón-Shem, K., Vergara, D., Vélez-Mira, A., Cadena, H., & Carrillo-Bonilla, L. (2013). 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*, 33(2), 319-325. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i2.762>

Akhoundi, M., Kuhls, K., Cannet, A., Votýpka, J., Marty, P., Delaunay, P., & Sereno, D. (2016). A historical overview of the classification, evolution, and dispersion of *Leishmania* parasites and sandflies. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 10(3), Article e0004770 <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004349>

Alexander, B., Usma, M. C., Cadena, H., Quesada, B.L., Solarte, Y., Roa, W., Montoya, J., Jaramillo, C., & Travi, B. L. (1995). Phlebotomine sandflies associated with a focus of cutaneous leishmaniasis in Valle del Cauca, Colombia. *Medical and Veterinary Entomology*, 9(3), 273-278. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1995.tb00133.x>

Alexander, B., Agudelo, L., Navarro, F., Ruiz, F., Molina, J., Aguilera, G., & Quiñónez, M. (2001). Phlebotomine sandflies and leishmaniasis risks in Colombian coffee plantations under two systems of cultivation. *Medical and Veterinary Entomology*, 15(4), 364-373. <https://doi.org/10.1046/j.0269-283x.2001.00322.x>

Alvar, J., Vélez, I. D., Bern, C., Herrero, M., Desjeux, P., Cano, J., Janmin, J., & den Boer, M. (2012). Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. *PLoS ONE*, 7(5), Article e35671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035671>

Barreto, M., Burbano, M. E., & Barreto, P. (1997). Nuevos registros de flebotominos (Diptera: Psychodidae) y triatominos (Hemiptera: Reduviidae) para Risaralda, Cauca y Valle del Cauca, Colombia. *Colombia Médica*, 28(3), 116-122. https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/6998/Nuevos_registros_de.pdf?sequence=1

Bastidas, R. G., Oviedo, M., Vivenes, J. A., & González, A. (2004). Determinación del azúcar preferencial en la dieta de *Lu. evansi* (Nuñeztovar) (Diptera: Psychodidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 30(2), 193-196. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882004000200011&lng=en&tlng=es.

- Bejarano, E. E., Patricia, D., & Vélez, I. D. (2006). Estudio de los flebotómicos (Diptera: Psychodidae) antropofílicos de la Serranía de La Macarena, Colombia. *Revista colombiana de entomología*, 32(2), 176–178. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882006000200012&lng=en&tln=es.
- Bejarano, E. E., Uribe, S., Rojas, W., & Vélez, I. D. (2002). Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) associated with the appearance of urban leishmaniasis in the City of Sincelejo, Colombia. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(5), 645–647. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762002000500010>
- Bejarano, E. E., Sierra, D., & Vélez, I. D. (2003). Novedades en la distribución geográfica del grupo verrucarum (Diptera: Psychodidae) en Colombia. *Biomédica*, 23(3), 341–350. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v23i3.1228>
- Bejarano, E. E. (2006). Lista actualizada de los psicódidos (Diptera: Psychodidae) de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 45(1), 47–56. <https://www.redalyc.org/pdf/424/42445106.pdf>
- Bejarano, E. E., & Estrada, L. G. (2016). Family psychodidae. *Zootaxa*, 4122(1), 187–238. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4122.1.20>
- Cabrera, O. L., Mosquera, L., Santamaría, E., & Ferro, C. (2009). Flebotomos (Diptera: psychodidae) del departamento de Guaviare, Colombia, con nuevos registros para el país. *Biomedica*, 29(1), 73. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v29i1.43>
- Cameron, M. M., Davies, C. R., Monje, J., Villaseca, P., Ogusuku, E., & Llanos-Cuentas, A. (1994). Comparative activity of phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) in different crops in the Peruvian Andes. *Bulletin of Entomological Research*, 84(4), 461–467. <https://doi.org/10.1017/S0007485300032685>
- Cárdenas, R., Romo, G. M., Santamaría, E., Bello, F., & Ferro, C. (1999). *Lutzomyia longiflocosa* (Diptera: Psychodidae) posible vector en el foco de leishmaniasis cutánea del municipio de Planadas, zona cafetera del Tolima. *Biomedica*, 19(3), 239–244. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v19i3.1028>
- Cazorla-Perfetti, D. (2015). Lista comentada de los flebotominos (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) citados para Venezuela. *Saber*, 27(2), 178–231. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000200003&lng=en&tln=es.
- Cecílio, P., Cordeiro-da-Silva, A., & Oliveira, F. (2022). Sand flies: Basic information on the vectors of leishmaniasis and their interactions with *Leishmania* parasites. *Communications Biology*, 5(1), 305–316. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03240-z>
- Contreras, M. A., Vivero, R. J., Bejarano, E. E. Carrilo, L. M., & Vélez, I. D. (2012). Nuevos registros de flebotómicos (Diptera : Psychodidae) en el área de influencia del río Amoyá en Chaparral, Tolima. *Biomédica*, 32(2), 263–268. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572012000200014
- Corredor, A., Gallego, J. F., Tesh, R. B., Morales, A., De Carrasquilla, C. F., Young, D. G., Kreutzer, R. D., Boshell, J., Palau, M. T., Caceres, E., & Pelaez, D. (1989). Epidermiology of visceral leishmaniasis in Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 40(5), 480–486. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1989.40.480>
- Corredor, A., Kreutzer, R., Tesh, R., Boshell, J., Palau, M., Cáceres, E., Duque, S., Pelaez, D., Rodríguez, G., Nichols, S., Hernández, C., Morales, A., Young, D., & Ferro, C. (1990). Distribution and etiology of leishmaniasis in Colombia. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 42(3), 206–214. <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.1990.42.206>
- Cortés, A. L., Pérez, D. A., & Bejarano, E. E. (2009). Flebotómicos (Diptera: Psychodidae) antropofílicos de importancia en salud pública en Los Montes de María, Colombia. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 61(3), 220–225. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602009000300003&lng=es&tln=es
- Dirección Seccional de Salud de Antioquia. (1998). *Leishmaniosis incidencias por grupos de edad 1995-1997: Servicio Seccional de Salud de Antioquia*, Boletín Informativo de Antioquia.
- Dirección Seccional de Salud de Antioquia & Laboratorio Departamental de Salud Pública. (1998). *Distribución de Leishmaniosis para el departamento de Antioquia* [Data set]. *SIVIGILA*.
- Dirección Seccional de Salud de Antioquia. (2011). *2002-2010. Información de interés- enfermedades transmitidas por vectores* [Data set]. *SIVIGILA*.
- Dirección Seccional de Salud de Antioquia. (2022). *Eventos de Salud Pública por municipios. 2007-2022*. Recuperado de: <https://dssa.gov.co/index.php/vigilancia-en-salud-publica>
- Fairchild, G. B., & Hertig, M. (1957). Notes on the *Phlebotomus* of Panama XIII. The Vexator Group, with Descriptions of New Species from Panama and California. *Annals of the Entomological Society of America*, 50(4), 325–334. <https://doi.org/10.1093/aesa/50.4.325>
- Ferro, C., López, M., Fuya, P., Lugo, L., Cordovez, J. M., & González, C. (2015). Spatial distribution of sand fly vectors and eco-epidemiology of cutaneous leishmaniasis transmission in Colombia. *PLoS ONE*, 10(10), Article e0139391. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139391>
- França, C. (1920) Observations sur le genre *Phlebotomus*. II. -*Phlebotomus* du Nouveau Monde (Phlébotomes du



- Brasil et du Paraguay). *Bulletin de la Société Portugaise des Sciences Naturelles*, 8, 215–236. <https://biostor.org/reference/275790>
- Furtado, N. V. R., Galardo, A. K. R., Galardo, C. D., Firmino, V. C., & Dos Santos, T. V. (2016). Phlebotomines (Diptera: Psychodidae) in a Hydroelectric System Affected Area from Northern Amazonian Brazil: further insights into the effects of environmental changes on vector ecology. *Journal of Tropical Medicine*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2016/9819723>
- Galati, E. A. B., Galvis-Ovallos, F., Lawyer, P., Léger, N., & Depaquit, J. (2017). An illustrated guide for characters and terminology used in descriptions of Phlebotominae (Diptera, Psychodidae). Guide illustré des caractères et de la terminologie utilisés dans les descriptions de Phlebotominae (Diptera, Psychodidae). *Parasite (Paris, France)*, 24, 26. <https://doi.org/10.1051/parasite/2017027>
- Galati, E. A. B. (2018). *Morfología e terminologia de Phlebotominae (Diptera: Psychodidae). Classificação e identificação de táxons das Américas (Vol. 1)* [archivo PDF]. Recuperado de: <http://www.fsp.usp.br/~egalati/>
- García-Leal, J., Carrero-Sarmiento, D., & Hoyos- López, R. (2022). Diversidad del género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en municipios del departamento de Córdoba – Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 27(3), 394 – 402. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.90684>
- Goenaga-Mafud, L. C., Eyes-Escalante, M., & Florez-Arrieta, F. (2020). Primera evaluación sobre la fauna de flebotomos (Psychodidae: Phlebotominae) del departamento del Atlántico de Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 25(3), 284–292. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n3.78771>
- Gómez-Vargas, W., & Zapata-Úsuga, G. (2022). Especies de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Sogamoso (Santander, Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 26(1), 121–133. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.9>
- González, E. (2019, Junio 14). *Estudios entomológicos en el foco de leishmaniosis del suroeste de la Comunidad de Madrid* [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/17155>
- Gradoni, L. (2018). A brief introduction to leishmaniasis epidemiology. *The Leishmaniasis: Old Neglected Tropical Diseases* (pp. 245). Springer International Publishing AG 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72386-0_1
- Grimaldi, G., Tesh, R. B., & McMahon-Pratt, D. (1989). A review of the geographic distribution and epidemiology of leishmaniasis in the New world. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 41(6), 687–725. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1989.41.687>
- Instituto Nacional de Salud. (2019). *Informe de vigilancia entomológica de Leishmaniasis. Colombia 2018*. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Informe-vigilancia-entomologica-Leishmaniasis-Colombia-2018.pdf>
- Lainson, R., & Shaw, J. J. (1973). Las Leishmanias y la leishmaniasis del Nuevo Mundo con particular referencia al Brasil. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, VII N° 4, 1–19. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/10793/v76n2p93.pdf?sequence=1>
- León, R., Ortega, L., Gualapuro, M., Morales, F., Rojas, M. I., & Espinel, M. (2014). Identificación de Dípteros Nematóceros de interés médico en zonas aledañas a la construcción de la Represa Hidroeléctrica Toachi-Pilatón. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 6(2), 25–31. <https://doi.org/10.18272/aci.v6i2.176>
- Maroli, M., Feliciangeli, M. D., Bichaud, L., Charrel, R. N., & Gradoni, L. (2013). Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. *Medical and Veterinary Entomology*, 27(2), 123–147. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2012.01034.x>
- Martínez, D. C., Ávila, J. L., & Molano, F. (2018). Actividad nocturna de *Nyssomyia yuilli* (Young & Porter, 1972) y *Nyssomyia trapidoi* (Farchild & Hertig, 1952) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) en el municipio de Otanche (Boyacá, Colombia), zona endémica de leishmaniasis cutánea. *Salud UIS*, 50(2), 106–114. <https://doi.org/10.18273/revsal.v50n2-2018002>
- Méndez-Cardona, S. A. (2021, Agosto). *Descripción del cuarto estadio larval de *Pintomyia longiflocosa* e implicaciones taxonómicas en el subgénero *Pifanomyia** [Tesis Doctoral]. Universidad de los Andes, Bogotá. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/53899/24942.pdf?sequence=1>
- Ministerio de Protección Social [Minsalud]. (2010). *Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de Leishmaniasis: Guía de Vigilancia Entomológica y control de Leishmaniasis*. [archivo PDF]. Recuperado de http://simudatsalud-risaralda.co/normatividad_inv7/Entomologica%20Leishmaniasis.pdf
- Montoya-Lerma, J., Cadena, H., Segura, I., & Travi, B. L. (1999). Association of *Lutzomyia columbiana* (Diptera: Psychodidae) with a leishmaniasis focus in Colombia due to species of the *Leishmania mexicana* complex. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(3), 277–283. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000300001>
- Morales, A., E. Osorno-Mesa, F. Osorno, and P. Muñoz Hoyos. (1969). Phlebotominae de Colombia (Diptera, Psychodidae). V. Descripción de una nueva especie de *Lutzomyia*. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 13(51), 383–

390. <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/issue/view/93/237>
- Morales, A., Bello, F., & Cárdenas, E. (2005). Establecimiento, mantenimiento y productividad de una colonia de laboratorio de *Lutzomyia spinicrassa* Morales, Osorno-Mesa, Osorno y Hoyos, 1969 (Diptera: Psychodidae) en Colombia. *Revista Ciencias de la Salud*, 3(2), 129–135. <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v3n2/v3n2a3.pdf>
- Niño, L., & Pérez-Español, S. (2021). Distribución geográfica y factores ambientales asociados a flebotomíneos del género *Lutzomyia* França, 1924 (Diptera: Psychodidae) en Cundinamarca, Colombia. *Revista Chilena De Entomología*, 47(2), 275–303. <https://doi.org/10.35249/rche.47.2.21.15>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Control de las Leishmaniasis: informe de una reunión del Comité de Expertos de la OMS sobre el Control de las Leishmaniasis, Ginebra, 22 a 26 de marzo de 2010*. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/82766/WHO_TRS_949_spa.pdf;sequence=1
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Leishmaniasis*. Paho.org. Recuperado de; <https://www.paho.org/es/temas/leishmaniasis>
- Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Manual de procedimientos para vigilancia y control de las leishmaniasis en las Américas*. Washington, D.C. Recuperado de <https://doi.org/https://doi.org/10.37774/9789275320631>
- Pardo, R., Ferro, C., Lozano, G., Lozano, C., Cabrera, O., & Davies, C. (1999). Flebotomos vectores de leishmaniasis cutánea y sus determinantes ecológicos en la zona cafetera del Departamento del Huila. [Memorias XXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología]. *Socolen*, 147–163. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34421>
- Parra-Henao, G. J., & Echavarría, J. C. (2005). Experiencias en el control de un foco de leishmaniasis cutánea en San Carlos, Antioquia. *CES Medicina*, 19(1), 31–36. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/193>
- Porter, C. H., & DeFoliart, G. R. (1981). The man biting activity of phlebotomine sand flies in a tropical wet forest environment in Anori central providencia Colombia. *Archivos De Zoología*, 30(2), 81–158. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v30i2p81-158>
- Posada-López, L., Vélez-Mira, A., Acosta, L., Cadena, H., Agudelo, D., & Vélez, I. D. (2014). Descripción de un foco endémico de leishmaniasis cutánea en Puerto Valdivia, Antioquia, Colombia. *Revista CES Salud Pública*, 5(1), 3–10. https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/3029
- Sales, K. G. D. S., Costa, P. L., De Morais, R. C. S., Otranto, D., Brandão-Filho, S. P., Cavalcanti, M. D. P., & Dantas-Torres, F. (2015). Identification of phlebotomine sand fly blood meals by real-time PCR. *Parasites and Vectors*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0840-3>
- Sant'Anna, M. R. V., Jones, N. G., Hindley, J. A., Mendes-Sousa, A. F., Dillon, R. J., Cavalcante, R. R., Alexander, B., & Bates, P. A. (2008). Blood meal identification and parasite detection in laboratory-fed and field-captured *Lutzomyia longipalpis* by PCR using FTA databasing paper. *Acta Tropica*, 107(3), 230–237. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2008.06.003>
- Santamaría, E., Ponce, N., Zipa, Y., & Ferro, C. (2006). Presencia en el peridomicilio de vectores infectados con *Leishmania (Viannia) panamensis* en dos focos endémicos en el occidente de Boyacá, piedemonte del valle del Magdalena medio, Colombia. *Biomédica* 26 (sup1), 82–94. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572006000500011
- Tanure, A., Peixoto, J. C., Afonso, M. M. D. S., Duarte, R., Pinheiro, A. D. C., Coelho, S. V. B., & Barata, R. A. (2015). Identification of Sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) blood meals in an endemic leishmaniasis area in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 57(4), 321–324. <https://doi.org/10.1590/s0036-46652015000400008>
- Travi, B. L., Montoya, J., Solarte, Y., Lozano, L., & Jaramillo, C. (1988). Leishmaniasis in Colombia. I. Studies on the phlebotomine fauna associated with endemic foci in the Pacific Coast region. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 39(3), 261–266. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1988.39.261>
- Travi, B. L., Tabares, C. J., Cadena, H., Ferro, C., & Osorio, Y. (2001). Canine visceral leishmaniasis in Colombia: Relationship between clinical and parasitologic status and infectivity for sand flies. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 64(3), 119–124. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2001.64.119>
- Urango, H. J., & Hoyos-López, R. (2022). Flebotomíneos (Psychodidae: Phlebotominae) en la zona periurbana de Montería (Córdoba-Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 27(3), 377–385. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.92751>
- Vásquez-Trujillo, Adolfo, Santamaría-Herreño, Erika, González-Reina, Angélica E, Buitrago-Álvarez, Luz S, Góngora-Orjuela, Agustín, & Cabrera-Quintero, Olga L. (2008). *Lutzomyia antunesi*, Probable Vector de Leishmaniasis Cutánea en el Área Rural de Villavicencio. *Revista de Salud Pública*, 10(4), 625–632., http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642008000400012&lng=en&tlng=es
- Véléz-Bernal, I. D., Agudelo-Urbe, L. A., Cuartas-Hernández, S. E., Arango, M., & Díaz, M. R. (1999). Programa

- de estudio y control de enfermedades tropicales-pecet determinación del riesgo de infección por *Leishmania* spp. en la zona de influencia del proyecto hidroeléctrico miel I en el departamento de Caldas. *Rev. ECM*, 4, 45–59. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-385731>
- Vergara, D., Carrillo, L., Bejarano, E., & Vélez, I. (2008). Primer informe de *Lutzomyia yuilli* (Young & Porter, 1972) y *Lutzomyia triramula* (Fairchild & Hertig 1952) (Diptera: Psychodidae) en el departamento de Caldas, Colombia. *Biota Neotropica*, 8(3), 251-253 <https://www.scielo.br/j/bn/a/MDLrNkcZBwZN3c8T-BfGZkXM/?lang=es&format=pdf>
- Vilela, M. L., Azevedo, C. G., Carvalho, B. M., & Rangel, E. F. (2011). Phlebotomine fauna (diptera: Psychodidae) and putative vectors of leishmaniasis in impacted area by Hydroelectric Plant, State of Tocantins, Brazil. *PLoS ONE*, 6(12), Article e27721. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027721>
- Vivero, R. J., Bejarano, E. E., Castro, M., Vélez, A., Pérez, J. E., Pérez-Doria, A., Vélez, I. D., & Carrillo, L. M. (2010). Trece registros nuevos de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) para el departamento de Vichada, Orinoquia Colombiana. *Biota Neotropica*, 10(2), 401–404. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032010000200037>
- Vivero, R. J., Torres-Gutiérrez, C., Bejarano, E. E., Cadena-Peña, H., Estrada, L. G., Flórez, F., Ortega, E., Aparicio, Y., & Muskuz, C. E. (2015). Study on natural breeding sites of sand flies (Diptera: Phlebotominae) in areas of *Leishmania* transmission in Colombia. *Parasites and Vectors*, 8(1), 1-14- <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0711-y>
- Vivero, R. J., Quintero, L. S., Peña, H. C., Alvar, J., Mira, A. V., Atencia, M., Tovar, C., Vélez, I. D (2016, Abril). *Listado taxonómico y distribución espacial de especies de importancia médica del género Lutzomyia presentes en los municipios de Tierra Alta.*, [Postér presentado en la Primera Reunión Colombiana de *Leishmaniasis* y enfermedad de *Chagas*]. XV Simposio PECET: Avances en la investigación de enfermedades tropicales, Medellín, Colombia. https://issuu.com/comunicaciones_pecet/docs/memoriasreuni___nsimposiopecet
- Vivero, R. J., Contreras, M. A., & Suaza, J. D. (2017). Especies de flebotomíneos (Diptera : Psychodidae) recolectados en reservas naturales de las regiones del Darién y del Pacífico en Colombia. *Biomédica*, 37(Supl.2), 215–223. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3382>
- Warburg, A., Montoya-Lerma, J., Jaramillo, C., Cruz-Ruiz, A., & Ostrovska, K. (1991). Leishmaniasis vector potential of *Lutzomyia* spp. in Colombian coffee plantations. *Medical and Veterinary Entomology*, 5(1), 9-16. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1991.tb00514.x>
- WorldClim.org. (2020). <https://www.worldclim.org/>
- Young, D. G. (1977). *A biosystematic review of the bloodsucking psychodid flies of Colombia (diptera: Phlebotominae and Sycoracinae)* [Tesis Doctoral]. University of Florida, Florida. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.42420>.
- Young, D. G. (1979). A review of the bloodsucking psychodid flies of Colombia (diptera: Phlebotominae and Sycoracinae. *Bulletin 806 (Technical) of the Agricultural Experiment Stations, University of Florida*, pp. 1–266. <https://apps.dtic.mil/sti/trecms/pdf/ADA080842.pdf>
- Young, D. G., & Duncan, M. A. (1994). Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). *Memoirs of the American Entomologic Institute* (pp. 881). Gainesville, Florida, USA: Associated Publishers. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA285737.pdf>
- Zuluaga, W. A., López, Y., Ríos-Osorio, L. A., Salazar, L., González, M. C., Ríos, C. M., Wolff, M., & Escobar, J. P. (2012). Vigilancia entomológica de insectos de importancia en salud pública durante la construcción de los proyectos hidroeléctricos Porce II y Porce III, Antioquia, Colombia, 1990-2009. *Biomédica*, 32, 321-332. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i3.668>