



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Identificación Taxonómica y Distribución de *Lutzomyia* 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 Esteban Zapata Úsuga

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela Biociencias
Medellín, Colombia

Año 2022

Identificación Taxonómica y Distribución *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 Esteban Zapata Úsuga

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Entomología

Director (a):

Sandra Inés Uribe Soto

**Profesora titular escuela Biociencias,
Facultad de Ciencias**

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela Biociencias
Medellín, Colombia

Año 2022

Dedicatoria

A mi familia, esposa e hija.

A las personas que ya no están como mi madre, y a quienes me inspiraron para alcanzar esta meta.

Agradecimientos

A la profesora Sandra Inés Uribe Soto, por todo su apoyo y asesoría durante este proceso.

A mis compañeros del grupo de trabajo SVE-Ituango, Walter Zuluaga, Boris Zuleta, Wilber Gómez y Paula Mejía.

A las personas de las comunidades, ya que han brindado apoyo y seguridad para la realización de los estudios entomológicos y monitoreos.

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 elaboró un inventario taxonómico de flebotomíneos en el área de influencia de la hidroeléctrica Ituango, departamento de Antioquia; en el cual se resaltó su importancia médica como vectores del protozoo perteneciente al género *Leishmania* spp y se actualizó su distribución. Se realizó monitoreo entomológico en diez municipios del proyecto; en la subregión Occidente, se llevó a cabo en Santa Fe de Antioquia, Peque, Olaya, Liborina y Sabanalarga y en la subregión Norte, se realizó en los municipios de Ituango, Briceño, Valdivia, Toledo y San Andrés de Cuerquia. En el monitoreo se utilizaron trampas CDC y trampas Shannon. En la identificación taxonómica, se emplearon las claves de Young y Duncan y Galati. Se recolectaron 7.993 flebotomíneos, distribuidos en 39 especies según Galati, destacándose seis especies consideradas vectores de Leishmaniasis cutánea, las cuales son: *Lutzomyia* (Trl.) *gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Psychodopygus panamensis*, *Pintomyia* (Pif.) *columbiana*, *Nyssomyia. trapedoi* y *Ny. yuilli yuilli*.

Se concluyó que en la zona de muestreo se registró la presencia de vectores implicados en la transmisión de Leishmaniasis, lo que representa un factor en la transmisión de *Leishmania* spp, lo cual evidencia que la zona es endémica para esta enfermedad, además el inventario sobre la distribución de flebotomíneos sirve como base para estudios posteriores que permitan la implementación de estrategias de vigilancia y control.

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

Abstract

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

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 phlebotomines sandflies in the area of influence of the Ituango hydroelectric power plant, department of Antioquia, was elaborated, highlighting their medical importance as vectors of the protozoan belonging to the genus *Leishmania* spp and updating their distribution. Entomological monitoring was carried out in ten municipalities of the project; in the western subregion, it was carried out in Santa Fe de Antioquia, Peque, Olaya, Liborina and Sabanalarga and in the northern subregion, it was carried out in 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 7,993 phlebotomine sandflies were collected, distributed in 39 species according to Galati, highlighting six species considered vectors of cutaneous Leishmaniasis, which are: *Lutzomyia* (*Trl.*) *gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Psychodopygus panamensis*, *Pintomyia* (*Pif.*) *columbiana*, *Nyssomyia. trapidoi* and *Ny. yuilli yuilli*.

It was concluded that the sampling area recorded the presence of vectors involved in the transmission of Leishmaniasis, which represents a factor in the transmission of *Leishmania* spp, which shows that the area is endemic for this disease, also the inventory on the distribution of phlebotomine sandflies serves as a basis for further studies that allow the implementation of surveillance and control strategies

Key words: hydroelectric, *Leishmania* spp, phlebotomine, protozoan, vectors.

Contenido

Resumen	IV
Abstract	V
Introducción general	12
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
Metodología general	16
Área de estudio:	16
Cálculo de indicadores entomológicos para las especies de importancia médica	19
CAPÍTULO 1	21
La importancia médica de los flebotomíneos y del estudio del vector de la Leishmaniasis	21
1.1. Resumen	21
1.1.1 Abstract	22
1.1.2 Introducción	23
1.2. Importancia epidemiológica de los flebotomíneos.	26
1.2.1. Estudios de flebotomíneos realizados en Colombia	28
1.2.2- Estudios de flebotomíneos en algunas centrales hidroeléctricas de suramérica.....	30
1.2.3. Hallazgos de flebotomíneos en algunas centrales hidroeléctricas del país.	34
1.2.4. Casuística de leishmaniasis en el área de influencia del proyecto hidroituango. ...	36

Discusión	38
Referencias	41
CAPÍTULO 2	60
Identificación Taxonómica y distribución de <i>Lutzomyia</i> spp., en el cañón del río cauca.	60
2.1.1. Abstract	61
2.2. Introducción	62
2.3 Generalidades sobre los flebotomíneos	63
2.3.1 Conocimiento y distribución de los flebotomíneos	64
2.3.2. Taxonomía de los flebotomíneos.	66
2.3.4. Biología y ecología	68
2.3.4.1. Cabeza	71
2.3.4.2. Tórax y alas	72
2.3.4.3. Abdomen	73
2.4. Resultados	75
2.4.1 Material identificado en laboratorio	75
2.4.2. Presencia y ausencia	75
2.4.3. Abundancia relativa	75
2.4.3. Índice de diversidad	81
2.4.3.1 Índice de Shannon	81
2.4.3.2. Índice de Simpson D	82
2.4.3.3. Índice de equidad Pielou (J)	83
2.5. Especies de <i>Lutzomyia</i> que presentan comportamiento antropofílico en la zona de monitoreo.	84

2.6. Distribución geográfica y características de las especies implicadas en la transmisión de leishmaniasis.	88
2.6.1. <i>Lutzomyia</i> (<i>Tricholateralis</i>) <i>gomezi</i> (Nitzulescu, 1931).....	88
2.6.2. <i>Nyssomyia yuilli</i> (Young & porter, 1972)	94
2.6.3. <i>Lutzomyia</i> (<i>Helcocyrtomyia</i>) <i>hartmanni</i> (Fairchild & Hertig, 1957)	98
2.6.4. <i>Pintomyia</i> (<i>Pifanomyia</i>) <i>columbiana</i> (Ristorcelli & Van Ty, 1941) .	102
2.6.5. <i>Psychodopygus panamensis</i> (Shannon, 1926)	106
2.6.6. <i>Nyssomyia trapidoi</i> (Fairchild & Hertig, 1952).....	110
2.7. Discusión	114
2.8. Conclusiones	116
2.9. Referencias	118
2.10. Anexos	137
2.10.1. Anexo 1 Variables bioclimáticas de Worldclin, reducidas para el área de los municipios monitoreados.	137
2.10.2. Anexo 2 Consolidado de flebotomíneos reportados en centrales hidroeléctricas, considerados de importancia médica.	142
2.10.3. Anexo 3. Capturas con trampas luminosas.	144

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación de las veredas donde se realizaron colectas entomológicas.	17
Figura 2. Distribución de <i>lutzomyia</i> spp., para el departamento de Antioquia.	66
Figura 3. Ciclo de vida de <i>Lu. Cruciata</i> , .	69
Figura 4. Caracteres taxonómicos de flebotomíneos.	71
Figura 5. Caracteres de tórax y alas	73
Figura 6. Abdomen y genitalia femenina y masculina.	74
Figura 7. Especies de <i>lutzomyia</i> en la zona de captura por subregión.	76
Figura 8. Abundancia relativa (π) de especies en la subregión norte.	79
Figura 9. Abundancia relativa (π) de especies de <i>lutzomyia</i> en la subregión occidente.	80
Figura 10. Índice de shannon (h) para la población del género <i>Lutzomyia</i> de las subregiones occidente y norte.	82
Figura 11. Índice de dominancia (d) para la población del género <i>Lutzomyia</i> de las subregiones occidente y norte.	83
Figura 12. Foto de caracteres morfológicos para hembras de <i>Lu.(trl.) gomezi</i> .	89
Figura 13. Foto de caracteres morfológicos para machos de <i>Lu.(trl.) gomezi</i> .	89
Figura 14. Proyección de <i>Lu.(trl.) gomezi</i> para las zonas de estudio.	93
Figura 15. Foto de caracteres morfológicos para hembras de <i>Ny. yuilli</i> .	94
Figura 16. Foto de caracteres morfológicos para machos de <i>Ny. yuill</i> .	94
Figura 17. Proyección de <i>Ny. yuilli</i> . En las zonas de estudio.	97
Figura 18. Foto de caracteres morfológicos para hembras de <i>Lu. (Hel.) hartmanni</i> .	98
Figura 19. Foto de caracteres morfológicos para machos de <i>Lu.(Hel.) hartmanni</i> .	99
Figura 20. Proyección de <i>Lu.(Hel.) hartmanni</i> . Para las zonas de estudio.	101
Figura 21. Foto de caracteres morfológicos para hembras de <i>Pi.(Pif.) columbiana</i> .	102
Figura 22. Foto de caracteres morfológicos para machos de <i>Pi.(Pif.) columbiana</i> .	103
Figura 23. Proyección de <i>Pi.(Pif.) columbiana</i> en las zonas de estudio.	105
Figura 24. Foto de caracteres morfológicos para hembras de <i>Ps. panamensis</i> .	106
Figura 25. Foto de caracteres morfológicos para machos de <i>Ps. panamensis</i> .	107

Contenido	X
Figura 26. Proyección de <i>Ps. panamensis</i> para las zonas de estudio.	109
Figura 27. Foto de caracteres morfológicos para hembras <i>Ny. trapidoi</i> .	110
Figura 28. Foto de caracteres morfológicos para machos de <i>Ny. trapidoi</i> .	111
Figura 29. Proyección de <i>Ny. trapidoi</i> . En las zonas de estudio	113
Figura 30. Trampa Shannon	144
Figura 31. Trampa tipo CDC	145
Figura 32. Cebo humano protegido	146

Lista de Tablas

	Pág.
.....	
Tabla 1. Relación de especies de <i>Leishmania</i> , las formas clínicas y el vector para Colombia.	27
Tabla 2. Comportamiento de la Leishmaniasis para la subregión norte de Antioquia en los municipios del área de influencia. Años 2002 – 2020.	37
Tabla 3. Comportamiento de la Leishmaniasis para la subregión Occidente de Antioquia para los municipios del área de influencia. Años 2002 - 2020	38
Tabla 4. Abundancia según tipo de trampa en subregión Norte y Occidente.	77
Tabla 5. Abundancia relativa de especies colectadas en subregión Norte	77
Tabla 6. Abundancia relativa de especies colectadas en subregión Occidente	80
Tabla 7. Índice de biodiversidad de shannon h para la población del género <i>Lutzomyia</i> de las subregiones Occidente y Norte	82
Tabla 8. Índice de biodiversidad de dominancia (D) y simpson (1-D), para especies del género <i>Lutzomyia</i> , colectadas en las subregiones Norte y Occidente	83
Tabla 9. Índice de biodiversidad de equidad de pielou (J) y simpson (1-d).	84
Tabla 10. Especies antropofílicas capturadas sobre cebo humano protegido.	86
Tabla 11. Especies zoofílicas capturadas sobre gallineros y marraneras con trampa CDC.	88

Introducción general

Los insectos juegan papeles importantes en la transmisión de parásitos y patógenos al hombre y a los animales causando enfermedades que afectan la salud y que hacen necesario su estudio y reconocimiento desde dos aspectos fundamentales; el primero está relacionado con las especies involucradas, la relación entre éstas con los parásitos y como afectan las poblaciones a las que los transmiten facilitando la ocurrencia de las enfermedades y el segundo aspecto está relacionado con la prevención, el control de sus poblaciones y si es posible interrumpir el ciclo de transmisión.

En el presente trabajo de investigación se determinó la composición taxonómica de insectos dípteros de la familia Psychodidae, potencialmente vectores de una enfermedad conocida como Leishmaniasis, en el área de influencia del proyecto de la hidroeléctrica Hidroituango. Esta enfermedad es causada por protozoos del género *Leishmania* en un complejo ciclo de transmisión donde el papel de estos dípteros ha sido claramente establecido desde la picadura por el comportamiento hematófago de sus hembras que son el vector del parásito al transportarlo desde los huéspedes reservorios donde habitan, hasta los humanos, causando afecciones que se caracterizan de acuerdo a las manifestaciones clínicas relacionados con las diferentes especies del parásito.

En Colombia hay actualmente pocas investigaciones sobre insectos de importancia en salud pública en las zonas de influencia de las centrales hidroeléctricas, si se considera el número de centrales de este tipo que hay en el país (28 centrales y 115 micro centrales)(Gómez Vergara, 2020). Las investigaciones existentes solamente se realizan cuando algunas de estas enfermedades generan incrementos notorios en la casuística, llevándose a cabo estudios de foco cuando se presentan estos incrementos y principalmente para determinar los factores de riesgo, lo cual implica a su vez un inventario taxonómico de las especies que podrían estar involucradas como vectores a nivel local. Este inventario es un paso fundamental para la toma de decisiones de vigilancia y control.

En este mismo contexto, algunas investigaciones recientes apuntan a procurar sistemas de alerta tempranas, donde la vigilancia entomológica y por lo tanto la identificación de los insectos vectores cobra especial interés. De acuerdo con lo anterior, este tipo de estudios es muy

importante en relación con los cambios ecosistémicos registrados recientemente, muchos de los cuales se relacionan con la acción del hombre y en el contexto del presente trabajo, obras como las hidroeléctricas, ameritan considerarlos como primera opción; además, se considera importante generar información entomológica que pueda emplearse como una línea base de conocimiento para facilitar el monitoreo de especies epidemiológicamente importantes antes, durante y después de la intervención ya que muchas de ellas son también indicadoras de la calidad del hábitat y pueden proveer valiosa información desde esa perspectiva.

Para Antioquia, el río Cauca cruza el departamento casi por todo el centro del territorio a manera de un gran cañón tomando el nombre de Cauca medio (Pérez-Valbuena., Arrieta-Arrieta & Contreras-Anaya., 2015). Con base en este río, se tiene la proyección de la construcción de tres proyectos hidroeléctricos en su recorrido por el departamento: el proyecto hidroeléctrico de Los Farallones (ubicado entre La Pintada a la altura de la curva de Cuba), el proyecto hidroeléctrico Cañafisto (entre Santa Fe de Antioquia y Anzá) y el Proyecto hidroeléctrico Ituango, que comprende los municipios de Buriticá y Sabanalarga, que pertenecen a las subregiones del occidente y los municipios de Ituango, Toledo, San Andrés de Cuerquia, Briceño y Valdivia al norte del departamento (Álvarez, 1974).

En el análisis de la problemática de la Leishmaniasis, en el país, se considera que esta enfermedad ha estado presente desde 1893, tiempo en el cual era conocida bajo el nombre de "Bubón de Vélez" (Werner & Barreto, 1981); luego en el año 1943, quedó registrado el primer caso en el país, el cual fue determinado como Leishmaniasis visceral (Gast Galvis & Rengifo, 1996; A. Morales & Rodríguez, 1996). En Colombia, la Leishmaniasis se manifiesta como cutánea, mucocutánea y visceral. En el departamento de Antioquia hay registro de estas tres manifestaciones clínicas, siendo la visceral la que menos registros presenta en el departamento y en la zona donde se está ejecutando el Proyecto Hidroeléctrico Hidroituango, solo se ha registrado Leishmaniasis cutánea y en algunas ocasiones Leishmaniasis mucocutánea.

Antioquia aporta al país un promedio del 19% de los casos a nivel nacional (DSSA, 2020) y el aporte de los casos para el departamento en la zona de influencia donde se desarrolla el Proyecto Hidroeléctrico Ituango, desde 2012 a 2020 es del 17%, siendo Santafé de Antioquia, Ituango y Valdivia los municipios que más aportan casos al departamento de Antioquia y al área del proyecto, el resto de los municipios representan menos del 5 % de los casos registrados.

En el presente trabajo se estudió la diversidad de especies de flebotómicos vectores potenciales de Leishmaniasis presentes en el área de influencia de la represa Hidroituango, para lo cual se estudió la variación de estas especies en términos de los caracteres

morfológicos y se determinó su composición taxonómica. También se actualizaron los datos de presencia y distribución y los datos se discutieron en relación con el riesgo epidemiológico en la zona.

Objetivos

Objetivo general

Realizar el reconocimiento de las especies del género *Lutzomyia* en el área de influencia de la represa hidroeléctrica Hidroituango y precisar aspectos sobre su importancia médica y distribución.

Objetivos específicos

Identificar con base en criterios morfológicos las especies de flebotomíneos presentes en la zona.

Actualizar los registros de presencia y distribución de las especies en el área de estudio.

Metodología general

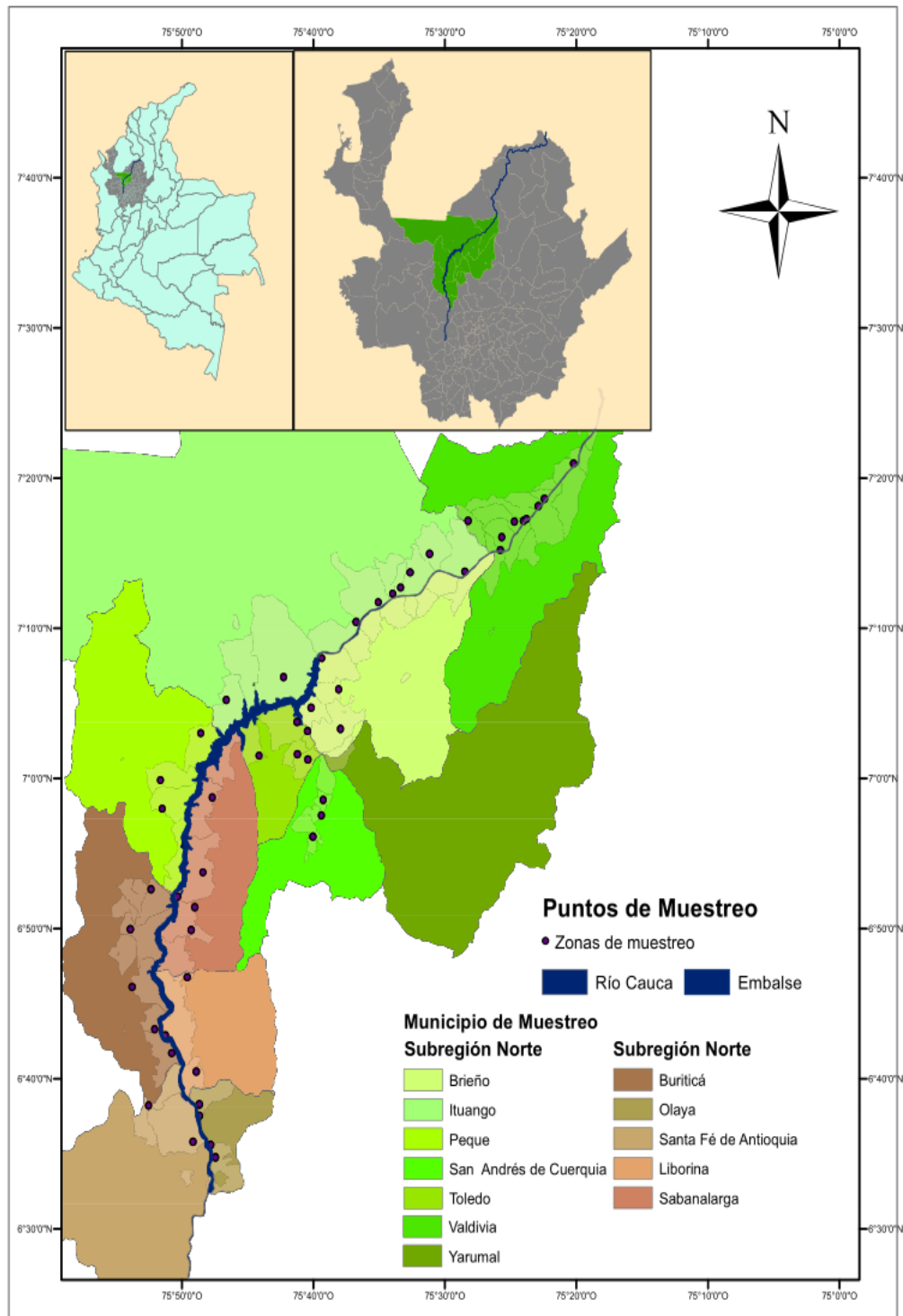
Área de estudio:

En el área existen dos zonas de vida: la primera zona corresponde a bosque seco tropical, donde se localiza la mayor parte del área del embalse y es la zona donde queda el cuerpo de agua y lo que se conoce como aguas arriba (Buriticá, Peque, Santa Fe de Antioquia y Sabanalarga). La segunda zona corresponde a bosque muy húmedo tropical, ubicado en el área donde está el muro de la presa, que pertenece a los municipios de Briceño, Ituango, Toledo y Valdivia. La temperatura media es de 25,1 °C, con temperatura máxima de 33,4 °C y mínima de 13,9 °C. La humedad relativa promedio anual es 83,3 % y la precipitación anual oscila entre 2.300 y 3.300 mm. La zona tiene alturas entre 369 y 1.850 m.s.n.m.

El área de influencia se estableció siguiendo el curso del río Cauca situado en el noroccidente del departamento de Antioquia, a unos 170 kilómetros de la ciudad de Medellín. Ocupa dos subregiones del departamento: la subregión norte con los municipios de Briceño y Ituango donde se localizan las obras principales; Toledo y San Andrés de Cuerquia donde se ubican las vías de acceso y Valdivia donde se ubican las veredas de aguas abajo y vías. En la subregión occidente están los municipios de Buriticá, Peque y Sabanalarga lo que se conoce como zona de inundación o cuerpo del embalse y los municipios de Liborina, Olaya y Santa Fe de Antioquia, zona conocida como aguas arriba o cola de embalse.

Para el muestreo entomológico se ubicaron 57 sitios distribuidos como se observa en el mapa (figura 1). Una vez colectados los especímenes y llevados al laboratorio, fueron procesados para realizar la identificación taxonómica de acuerdo con los criterios actuales y considerando los caracteres diagnósticos y las claves taxonómicas de Young & Duncan (1979-1994) y Galati (2014), también se elaboraron los listados de las especies, la discusión respecto a su importancia médica y los mapas de distribución de las especies usando el programa Arcgis 10.1 y Maxent 3.4.1.

Figura 1. Ubicación de las veredas donde se realizaron colectas entomológicas.



Muestreo entomológico

El protocolo entomológico aplicado para el muestreo de los vectores hace parte de la metodología propuesta por Young (D. G. G. Young, 1979., D. G. Young & Duncan, 1994). Estos muestreos están estandarizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC) y en Colombia por el Instituto Nacional de Salud (INS). Dichos métodos para el muestreo de ejemplares en estado adulto se describen a continuación y en el anexo dos se explica el principio de cada trampa:

Trampa de luz tipo CDC: se instaló en cada visita una trampa en el intradomicilio, otra en el peridomicilio y una tercera en el extradomicilio (bosque cercano al punto de muestreo) desde las 18:00 hasta las 06:00 horas durante tres noches consecutivas. Anexo 3.

Trampa luminosa tipo Shannon: se instaló una trampa Shannon en el extradomicilio a una distancia de más de 500 m alrededor de las viviendas seleccionadas, desde las 18:00 hasta las 22:00 horas, las cuales fueron revisadas cada hora por tres funcionarios. Anexo 3.

Colecta directa con aspirador entomológico: se hizo colecta con el tubo aspirador en las grietas de las paredes de la vivienda, en un horario de las 18:00 22:00 horas. Anexo 3.

Cebo humano protegido: se hizo colecta de especímenes con intención de picadura, empleando como atrayente el cebo humano protegido, desde las 18:00 hasta las 22:00 horas a intervalos de una hora de captura. Anexo 3.

Todo el material colectado fue procesado separadamente de acuerdo con el método de colecta y municipios, para su posterior identificación taxonómica.

Procesamiento de muestras e identificación taxonómica

Todo el material colectado de las trampas CDC fue retirado con pincel y se colocó en viales eppendorf de 2 ml con alcohol al 70% para su posterior identificación y los especímenes colectados en las trampas Shannon fueron depositados en frascos con alcohol al 70%.

Para la identificación del material colectado, fueron clarificados y limpiados con KOH al 20% y Fenol saturado por espacio de 24 horas, luego se realizó el montaje de cada espécimen en porta objetos para ser observados al microscopio. La identificación taxonómica fue realizada en el laboratorio de la Facultad Nacional de Salud Pública (FNSP) de la Universidad de Antioquia, empleando las claves de Young y Duncan (1994)(D. G. G. Young, 1979), de Galati(Galati, 2015) y de Forattini (1971).

Parte de la colección que se obtuvo en este trabajo se almacenó en el museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional y el resto en la FNSP oficina del SVE. Adicionalmente, los datos obtenidos en los diferentes muestreos con los diferentes tipos de trampas, fueron procesados en el programa Excel y se calcularon los siguientes índices.

Cálculo de indicadores entomológicos para las especies de importancia médica

Abundancia relativa: este indicador reporta la distribución de los ejemplares colectados y se define como el total de individuos de una especie dada, sobre el número total de ejemplares recolectados de acuerdo con las trampas utilizadas. Este indicador se aplica solamente para género y para especie teniendo en cuenta la subregión.

Abundancia relativa (fi): $f_i = n_i/N$,

Ni: total de individuos de una especie dada. N: total de la población

Índices de biodiversidad: describen los índices de biodiversidad para una población tipo alfa correspondientes a las subregiones norte y occidente donde se están ejecutando las obras de la central hidroeléctrica Ituango. Los índices generados son el índice de Shannon (H), el de Simpson (D) y el de Equidad (J).

Mapas de proyección de especies:

El algoritmo MaxEnt (Maximum Entropy; Phillips et al., 2006), basado en el análisis de máxima entropía, (Phillips y Dudik, 2008); estima la probabilidad continua (en términos de ganancia) de ocurrencia de las especies analizadas, buscando la distribución de máxima entropía (lo más uniforme posible) y está sujeta a la condición de que el valor esperado de cada variable ambiental coincida con la media empírica de los datos de presencia, según la distribución geoespacial de la especie y genera sus propias ausencias, por lo que no es necesario introducir datos de este tipo en el programa. Por otro lado, el modelo de predicción genera un mapa que representa las áreas con condiciones climáticas adecuadas o no, para la presencia de la especie.

Mediante el programa de Maxent 3.4.1 se realizó una proyección para las seis especies que presentan mayor importancia para la zona y que teóricamente están implicadas en la transmisión de Leishmaniasis. Para esta proyección se utilizaron los datos promedio de temperatura y de humedad relativa de los últimos 20 años y el de altura,(Anexo 1. Variables bioclimáticas de Worldclim CRU-TS4.03 reducidas para los municipios donde se ejecuta el Proyecto Hidroituango), además de los puntos de ausencia y presencia de las especies.

Aplicando MaxEnt, los mapas generados proyectan la distribución de la especie en función de las variables bioclimáticas en celdas determinadas con valores que van desde cero (0) a uno (1); donde cero representa la ausencia de la especie analizada y uno representa alta presencia y condiciones muy favorables para la especie. Además, MaxEnt estima la contribución porcentual de cada variable ambiental a la distribución de la especie. En esta investigación, los mapas fueron generados con los factores ambientales y los geodatos para obtener predicciones más ajustadas de probabilidades de ocurrencia, determinadas por las variables bioclimáticas que fue proyectada con el software arcgis 10.1.

Posteriormente, se elaboró una base primaria de datos con estos indicadores en Excel donde se introdujeron los datos de captura a intervalos de una hora de las 18 hasta las 22 horas, de acuerdo con el número de especímenes capturados. La información obtenida se filtró en tablas y se realizó el análisis estadístico en Past.

CAPÍTULO 1

La importancia médica de los flebotomíneos y del estudio del vector de la Leishmaniasis

Resumen

Los insectos de la subfamilia *Phlebotominae* (Diptera: Psychodidae), son los responsables de transmitir el parásito que produce la enfermedad denominada Leishmaniasis, la cual es producida por protozoarios del género *Leishmania* (L), de los cuales se conocen unas 90 especies en el mundo y de estas solamente 20 afectan al hombre. Esta enfermedad presenta las siguientes formas clínicas: Leishmaniasis cutánea (Lc), Leishmaniasis mucocutánea (Lm), Leishmaniasis visceral (Lv) y Leishmaniasis difusa (Ld) (OMS, 2022). Según la OMS, se estima que afecta a más de 12 millones de personas en las áreas tropicales y semitropicales, con un promedio de 900.000 a 1.5 millones de nuevos casos cada año (Valero et al., 2021) y un promedio de 30.000 muertes y se conoce que el 85% de los casos a nivel mundial se concentran en diez países, entre los que está Colombia (OMS, 2022).

Mediante estudios realizados en las Américas, los autores determinaron que la Leishmaniasis se encuentra presente desde la parte Norte de Argentina hasta el sur de los Estados Unidos, aportando un promedio de 60.000 casos anuales (OPS, 2022). Colombia es el país en Suramérica con mayor número de especies transmisoras de Leishmaniasis con un total de nueve, cada año se reportan 10.000 casos de la enfermedad en el país y desde el 2005 se incrementaron hasta alcanzar los 12.000 casos (García & Flórez García, 2019). En el departamento de Antioquia hay ocho especies y aporta aproximadamente el 15% de los casos anuales del país con 1.500 casos aproximadamente según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022).

Por otro lado, el estudio de la enfermedad en zonas de influencia de centrales hidroeléctricas es muy importante porque permite analizar su dinámica y de acuerdo con esto, el presente estudio

fue llevado a cabo en el área de influencia de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Hidroituango, donde previamente se habían registrado las especies del parásito *L. panamensis* y *L. braziliensis* (Dr. Galeano, comunicación personal) y en estudios realizados por el PECET en 2012, de las dos especies solamente registraron la presencia de *L. panamensis* (Posada López et al., 2014)

Aunque estas especies de parásitos son muy importantes para el estudio de la enfermedad, no fueron encontradas en ninguna de las especies de flebotómíneos colectadas durante esta investigación, en los municipios que hacen parte de la zona de influencia del proyecto. Estos municipios aportan a su vez el 28.6% de los casos de Leishmaniasis al departamento y están distribuidos de la siguiente manera: 8.6% de los municipios que se ubican en la subregión occidente y 20% de los municipios que se ubican en la subregión norte.

Palabras clave

Leishmaniasis, parásito, vectores, *Psychodidae*

1.1.1 Abstract

Insects of the subfamily Phlebotominae (Diptera: Psychodidae), are responsible for transmitting the parasite that produces the disease called Leishmaniasis, which is produced by protozoa of the genus *Leishmania* (L), of which about 90 species are known in the world and of these only 20 affect humans This disease has the following clinical forms: cutaneous Leishmaniasis (Lc), mucocutaneous Leishmaniasis (Lm), visceral Leishmaniasis (Lv) and diffuse Leishmaniasis (Ld) (WHO, 2022). According to WHO, it is estimated that it affects more than 12 million people in tropical and semitropical areas, with an average of 900,000 to 1.5 million new cases each year (Valero et al., 2021) and an average of 30,000 deaths and it is known that 85% of cases worldwide are concentrated in ten countries, including Colombia (WHO, 2022).

Through studies conducted in the Americas, the authors determined that Leishmaniasis is present from the northern part of Argentina to the southern United States, contributing an average of 60,000 cases per year (PAHO, 2022). Colombia is the country in South America with the highest number of Leishmaniasis transmitting species with a total of nine, every year 10,000 cases of the disease are reported in the country and since 2005 increased to 12,000 cases (García & Flórez García, 2019). In the department of Antioquia there are eight species and it

contributes approximately 15% of the annual cases in the country with 1,500 cases approximately according to the World Health Organization (WHO, 2022).

On the other hand, the study of the disease in areas of influence of hydroelectric power plants is very important because it allows analyzing its dynamics and according to this, the present study was carried out in the area of influence of the construction of the Hidroituango Hydroelectric Project, where previously the parasite species *L. panamensis* and *L. braziliensis* had been recorded (Dr. Galeano, personal communication) and in studies conducted by PECET in 2012, of the two species only recorded the presence of *L. panamensis* (Posada López et al., 2014)

Although these species of parasites are very important for the study of the disease, they were not found in any of the phlebotomine species collected during this research in the municipalities that are part of the project's area of influence. These municipalities in turn contribute 28.6% of the cases of Leishmaniasis in the department and are distributed as follows: 8.6% of the municipalities located in the western subregion and 20% of the municipalities located in the northern subregion.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

Keywords

Disease, Leishmaniasis, parasite, vectors, *Psychodidae*.

1.1.2 Introducción

Los psicódidos son insectos del orden Diptera (suborden Nematocera), pertenecientes a la familia Psychodidae y a la subfamilia Phlebotominae (Young & Duncan, 1994). La palabra flebótomo que hace relación al género de insectos *Phlebotomus* que transmite la enfermedad en el viejo mundo, alude también al nombre de la enfermedad que proviene del griego φλεβός (phlebos = vena) y τομή (tomos = cortar) (flebotomíneos: corta-venas) (Cazorla-Perfetti, 2015).

En el Nuevo Mundo, las especies del género *Lutzomyia* (Lu.) França 1924, (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), están implicadas en la propagación de los protozoos del género *Leishmania* Ross, 1903 (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) (Vivero et al., 2015); además de algunos arbovirus de la familia Bunyviridae donde sobresalen el género *Flebovirus*, representado principalmente por la fiebre de flebotomíneos (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 y también comprende otros patógenos como la bacteria *Bartonella bacilliformis* que produce la enfermedad de Carrión (Acevedo & Arrivillaga, 2008; D. Young, 1977; Maroli, et al., 2013; Vivero et al., 2015).

La Leishmaniasis es de gran importancia epidemiológica según algunos autores ya que se encuentra dentro de un amplio grupo de enfermedades zoonóticas, también se observan diversas manifestaciones clínicas y su transmisión se da en áreas tropicales, subtropicales y templadas de 98 países del mundo (Alvar et al., 2012; Ferro et al., 2015). Además, 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 Mundial de la Salud [OMS], 2020).

De acuerdo con lo anterior, en el mundo existen 1.000 especies de flebotómíneos, de los cuales 535 especies se han registrado en las Américas (Galati, 2018) y aproximadamente 45 de estas son vectores de Leishmaniasis (Gradoni & Bruschi 2018). Por su lado, en Colombia se han descrito 167 especies (Ferro et al., 2015), de las cuales 153 hacen parte del género *Lutzomyia* (Bejarano & Estrada, 2016) y de estas a su vez, 14 especies están incriminadas como vectores confirmados y ocho como vectores potenciales (Méndez Cardona, 2021; Gómez-Vargas & Zapata-Úsuga, 2022).

Las siguientes especies confirmadas como vectores son: *Lu. columbiana* (Bejarano et al , 2003; Grimaldi et al, 1989; Montoya-Lerma, Cadena, Segura, & Travi, 1999), *Lu. evansi* (Bejarano et al., 2003; Bejarano et al., 2002; Travi et al., 2001; Urango LLanes & Hoyos Lopez, 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; Pardo et al., 1999; Méndez Cardona, 2021) *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* (A. Morales et al., 2005), *Lu. trapidoi* (Alexander et al., 2001; Corredor et al., 1990; Travi et al., 1988; Martínez et al., 2018), *Lu. umbratilis* (Grimaldi et al., 1989), y *Lu. yuilli* (Santamaría et al., 2006; (Martínez et al., 2018) como vectores potenciales: tenemos a: *Lu.*

antunesi (Ministerio de Salud y Protección Social, 2010; Niño & Pérez-Español, 2021), *Lu. davisii* (Ministerio de Salud y Protección Social, 2010), *Lu. flaviscutellata* (Instituto Nacional de Salud [INS], 2010), *Lu. hirsuta* (Ministerio de Salud y Protección Social, 2010), *Lu. torvida*, *Lu. townsendi* (Bejarano, Sierra, et al., 2003), *Lu. trinidadensis* (Vivero et al., 2017) y *Lu. quasitownsendi* (Bejarano, Sierra, et al., 2003; García-leal et al., 2020)

De acuerdo con la importancia médica de la enfermedad explicada anteriormente y el desconocimiento sobre la presencia de especies del género *Lutzomyia* en gran parte de la zona del Cañón del río Cauca, donde se construye la central hidroeléctrica Hidroituango en Antioquia, motivó el estudio de este género de insectos debido a los altos niveles de morbilidad reportados por Leishmaniasis cutánea en algunos municipios donde se construye la represa (Dirección Seccional de Antioquia [DSSA], 2020). Además, si se considera la ejecución de otros proyectos como las Autopistas de la Montaña y la explotación minera a gran escala, los cuales también se realizarán en esta región, algunos efectos como los movimientos de poblaciones humanas y migración sin duda tendrán un fuerte impacto en la salud de la comunidad local y del personal que de una u otra forma participa en estas actividades, lo que a su vez generaría un sobre costo económico, principalmente en las zonas de influencia de las obras.

En el caso del vector de la Leishmaniasis, algunas especies han alcanzado cierto grado de adaptación para vivir en estrecha relación con el hombre (Zambrano, et al, 2016, Vázquez-Trujillo, et al, 2008, Cortés & Fernández, 2008. Sandoval, et al 1998). Esta situación se da frecuentemente como resultado de cambios socio-económicos que en algunas regiones han incidido en la dinámica poblacional, en cambios ecológicos y movimiento migracional de la fauna, todos ellos factores que pueden afectar la eco-epidemiología de la enfermedad (Añez, et al, 1988).

Además, en estudios realizados sobre la presencia de género *Lutzomyia* en centrales hidroeléctricas donde se ha analizado su impacto, dispersión y la incidencia sobre la casuística de la enfermedad basada en motores de búsqueda (Google, Bing y bibliotecas electrónicas como Pubmed, Scielo y Research), se encontró que en efecto hay países que han reportado un aumento en las problemáticas de salud asociado a la presencia de *Lutzomyia* en centrales hidroeléctricas, aumentando específicamente la incidencia de casos de Leishmaniasis (Zuluaga et al., 2012).

En Colombia hay gran número de represas y proyectos hidroeléctricos, represas de abastecimiento de agua potable y para el riego. Además, es un país endémico para Leishmaniasis y presenta el mayor registro de flebotómicos en el nuevo mundo y de parásitos

de *Leishmania*. Los estudios realizados sobre fauna de *Lutzomyia* asociada a centrales hidroeléctricas que están documentados son muy pocos y generalmente son estudios de foco relacionados con alta incidencia en transmisión de la Leishmaniasis, los cuales son llevados a cabo una vez terminadas las obras (Zuluaga et al., 2012).

Para Antioquia, el primer inventario sobre el género *Lutzomyia* que involucró un área de una central hidroeléctrica fue realizado en 1970 en la planta hidroeléctrica de Providencia, Anori, Antioquia (Porter & DeFoliart, 1981), luego se reportó el estudio de foco en la Central hidroeléctrica de ISAGEN ubicada en el municipio de San Carlos donde se incriminaron por sus antecedentes *L. panamensis* y *L. gomezi* como las causantes de los registros de la Leishmaniasis en la zona (Parra Henao & Echavarría, 2005). Otro reporte es el inventario de ocho especies realizado por el grupo de investigadores de la Facultad Nacional de Salud Pública durante la construcción de las centrales hidroeléctricas Porce II y Porce III desde 1990 a 2009 (Zuluaga et al., 2012). Otra central hidroeléctrica que ha sido motivo de estudio para determinar las especies de *Lutzomyia* fue la central hidroeléctrica La Miel 1, ubicada en Norcasia, donde se registraron 14 especies de *Lutzomyia*, destacando la presencia de *Lu. longipalpis* (Acosta et al., 2012).

Según lo expuesto anteriormente y debido a los pocos trabajos realizados sobre el tema y al escenario epidemiológico en cuanto a Leishmaniasis en la zona de estudio, la cual a su vez se verá afectada debido a la dinámica vectorial en el momento en que se realicen las obras proyectadas para esta zona del departamento de Antioquia, es importante construir la línea base y el inventario de las especies del género de *Lutzomyia* que existen en esta zona.

1.2. Importancia epidemiológica de los flebotomíneos.

El conocimiento de las especies de flebotomíneos en especial del género *Lutzomyia* y de la enfermedad que transmiten, contribuye a la comprensión de su eco-epidemiología. En Colombia hay registradas nueve especies de *Leishmania* (*L. panamensis*, *L. braziliensis*, *L. infantum chagasi*, *L. amazonensis*, *L. mexicana*, *L. guyanensis*, *L. colombiensis*, *L. lainsoni* y *L. equatoriensis*) (Agudelo Chivatá, 2019;Ramírez et al., 2016), de las cuales se han reportado

ocho para Antioquia, a excepción de *L. Infantum chagasi*, (Salgado-Almario, 2019). Solamente dos especies se han reportado en los municipios que hacen parte del Proyecto Hidroituango y corresponden a *L. panamensis* y *L. braziliensis* para el municipio de Ituango y Valdivia (Dr. Armado Galeano, comunicación personal) y existe un registro únicamente de acuerdo con estudios realizados por el PECET en Puerto Valdivia en el año 2012, donde se reportó *L. panamensis* (Posada López et al., 2014) como el parásito que está implicado en la transmisión de esta enfermedad en la zona, también en el año 2019 el SVE-PHI realizó una tipificación del parásito incriminando el vector, el cual no arrojó resultados concluyentes.

En la tabla N°1 se presenta la relación de especies de *Leishmania*, las formas clínicas y el vector para Colombia.

Tabla 1. Relación de especies de *Leishmania*, las formas clínicas y el vector para Colombia.

País o territorio	<i>Leishmania</i> spp.	Forma clínica	Vector (probado o sospechoso)	Reservorio animal (probado o sospechoso)
Colombia	<i>L. braziliensis</i>	Lc, Lm	<i>Lu. spinicrassa</i>	Perro, <i>Akodon</i> spp.
			<i>Lu. colombiana</i>	<i>Micoureus demerarae</i> ,
			<i>Lu. pia</i>	<i>Melanomys caliginosus</i> ,
			<i>Lu. evansi</i>	<i>Rattus rattus</i> ,
			<i>Lu. towsendi</i>	<i>Didelphis marsupialis</i> .
	<i>L. panamensis</i>	Lc, Lm	<i>Lu. trapidoi</i>	Perezoso, <i>Choloepus hoffmanni</i> .
			<i>Lu. gomezi</i>	<i>Coendou</i> spp
			<i>Lu. panamensis</i>	<i>Metachirus nudicaudatus</i> ,
			<i>Lu. longipalpis</i>	<i>Didelphis marsupialis</i> , s
			<i>Lu. yuilli</i>	
	<i>L. guyanensis</i>	Lc, Lm	<i>Lu. umbratilis</i>	<i>Choloepus hoffmanni</i>
			<i>Lu. longiflocosa</i>	
	<i>L. colombiensis</i>	Lc	<i>Lu. hartmanni</i>	Desconocido
			<i>Lu. shannoni</i>	
<i>L. amazonensis</i>	Lc, Ld	<i>Lu. flaviscutellata</i>	Desconocido	
<i>L. mexicana</i>	Lc	<i>Lu. columbiana</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	
<i>L. infantum</i>	Lv	<i>Lu. longipalpis</i>	Perro	
		<i>Lu. evansi</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	
		<i>Lu. cayennensis</i>		
<i>L. lainsoni</i>	Lc	Desconocido	Desconocido	
<i>L.</i>	Lc	Desconocido	Desconocido	

<i>Equatoriensis</i>			
<i>L. naiffi</i> *	Lc	Desconocido	Desconocido

Leishmaniasis cutánea (Lc), Leishmaniasis mucocutánea (Lm), Leishmaniasis visceral (Lv) y Leishmaniasis difusa (Ld)

Adaptado de Geographical distribution of *Leishmania* species in Colombia, (1985-2017), Geospatial-temporal distribution of Tegumentary Leishmaniasis in Colombia (2007±2016) y Manual de procedimientos para vigilancia y control de la Leishmaniasis en las Américas 2019.

*Geospatial-temporal distribution of Tegumentary Leishmaniasis in Colombia (2007–2016)

**Descripción de *Leishmania equatorensis* sp. Norte (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), un nuevo parásito que infecta a los mamíferos arbóreos en Ecuador

*** Parasite Biology: The Reservoir Hosts

En la tabla 1, se incluyen las especies de parásitos del género *Leishmania* (*L. lainsoni*, *L. equatoriensis* y *L. naiffi*) con el vector y con el reservorio, reportados para Colombia; con el fin de obtener información que sirva de base para estudios posteriores en el país y que permita conocer mejor los parásitos relativamente nuevos en el país y que han sido registrados en lugares muy puntuales.

1.2. Estudios de flebotomíneos realizados en Colombia

El primer registro de flebotomíneos en Colombia lo llevó a cabo el entomólogo Antunes en los años 1934 y 1935 en los Llanos Orientales (municipios de Restrepo y Villavicencio), donde reportó tres especies: *P. panamensis*, *P. quamiveturis* y *Phlebotomus* sp. y el objetivo principal de esta investigación fue estudiar un brote de fiebre Amarilla en dichos municipios (Antunes, 1937). Posteriormente en 1937 Osorno Mesa en el departamento de Nariño (Valle de Capuli), realizó estudios debido a un brote de Bartonelosis y registró cinco especies más, *P. osornoj*, *P. columbianus*, *P. monticulus*, *P. trinidadensis* y *P. evansi* (Osorno-Mesa, et al, 1967).

En 1943 se registró el primer caso de Leishmaniasis visceral en Santander (San Vicente de Chucurí. Vereda Soledad), el cual motivó a Gast Galvis, Osorno y a otros investigadores a realizar estudios en la zona con el fin de reportar la presencia de *Lu. longipalpis* ya que esta especie está implicada en la transmisión del parásito causante de la enfermedad. Sin embargo,

aunque se realizaron varios estudios, no fue posible reportar la presencia del vector y fue registrada solamente en 1967 en el departamento del Tolima (Honda) por Marinkelle (Osorno Mesa et al., 1967).

En 1967 Osorno agrupó el primer listado de Phlebotominae para Colombia y registró 27 especies de importancia epidemiológica para Leishmaniasis cutánea y visceral (Osorno Mesa et al., 1967).

Por su parte, Young en 1979 recopiló el trabajo de varios autores y elaboró un listado con 101 especies. Posteriormente, publicó la primera revisión de estos insectos con clave y mapas de ubicación (Young, 1979.), en 1994 actualizó y recopiló el trabajo taxonómico de varios autores para el continente Americano, incluyendo cerca de 400 especies del género *Lutzomyia* donde registró ocho especies como vectores de *Leishmania* para Colombia (*Lu. anduzei*, *Lu. hartmanni*, *Lu. gomezi*, *Lu. panamensis*, *Lu. umbratilis*, *Lu. trapidoi*, *Lu. whitmani* y *Lu. ylephiletor*) y además registró tres especies de parásitos de *Leishmania* asociados con estos insectos (*L. colombiensis*, *L. guyanensis* y *L. panamensis*) (Young, 1994).

En el año 1988 Cristina Ferro actualizó el listado de *Lutzomyia* para Colombia, registró 125 especies de las cuales seis especies pertenecen al género *Brumptomyia* y dos especies al género *Warileya* (Ferro & Morales, 1988).

De igual manera, Santamaria, en 1997 estudió la distribución y abundancia de las especies del género *Lutzomyia* y seleccionó las especies de *Lu. columbiana*, *Lu. torvida* y *Lu. young* como vectores posibles de *Leishmania braziliensis* en el centro del país.

Otros estudios realizados en Colombia por Cárdenas sobre vectores de *L. braziliensis*, permitieron identificar las especie de *Lu. longiflocosa* como posible vector (Cárdenas et al., 1999). Bejarano en 2006 reportó para Colombia 140 especies de *Lutzomyia* de las cuales 51 están en el departamento de Antioquia (Bejarano., 2006b) y en este mismo año Santamaria identificó como vectores de *L. panamensis* a las especies de *Lu. yuilli*, *Lu. gomezi* y *Lu. panamensis* (Santamaria et al., 2006). Por otro lado, Barreto en 2007 realizó una revisión de la fauna de flebotomíneos, registrando hallazgos de especies nuevas para ciertas regiones de Colombia, como *Lu. antunesi*, *Lu. migonei* y *Lu. gomezi* (Barreto et al., 2006).

Adicionalmente, Lainson hizo una breve revisión histórica de parásitos de *Leishmania* en el neotrópico y en Colombia donde describió la existencia de varias *Leishmanias* en el país (*L. colombiensis*, *L. infantum*, *L. amazonensis*, *L. braziliensis*, *L. guayanensis*, y *L. panamensis*) (Lainson, 2010).

1.2.2- Estudios de flebotómicos en algunas centrales hidroeléctricas de suramérica.

Sobre el tema y a pesar de que la OMS plantea que existe un impacto sobre la incidencia de Leishmaniasis y la presencia del vector debido a estas obras, existen pocos estudios sobre el tema y presentan conclusiones muy variadas sobre el impacto de las centrales hidroeléctricas tanto sobre la Leishmaniasis como sobre los vectores. En cuanto a América, Colombia y Brasil son los países donde se han realizado más investigaciones, ambas con once reportes, luego Argentina con cuatro, Perú con dos y Ecuador con uno. A continuación se presenta una breve descripción de estos trabajos.

En Perú actualmente hay 23 centrales hidroeléctricas y se tiene proyectada la construcción de 39 más (International Hydropower Association [iha], 2022). el registro de flebotómicos es de 149 especies, de las cuales seis están incriminadas en la transmisión de Leishmaniasis (Saldaña-Chafloque et al., 2021). En este país se realizó la primera investigación de este grupo de insectos asociados a centrales hidroeléctricas y en el año 1943 en la central hidroeléctrica del Cañón del Pato; se realizó un estudio debido a la incidencia de *Bartonella bacilliformes* (verruga peruana), llegando a la conclusión de que las especies del género *Pintomyia* son portadores de esta bacteria y además se identificaron las especies *P. verrucarum.*, *P. peruensis* y *P. noguchii.*, (Herrer & Hertig, 1943). El segundo estudio realizado en Perú fue en la represa hidroeléctrica Toaschi-Piltaón en el 2010, en una zona endémica tanto para Malaria como para Leishmaniasis y registrándose la presencia de ocho especies del género *Lutzomyia* (*Lu. hartmanni*, *Lu. trapidoi*, *Lu. serrana*, *Lu. camposi*, *Lu. shannoni*, *Lu. (Psychodopygus). Lu. aclydifera* y *Lu. dreishbach*). Además, debido a la abundancia de *Lu. trapidoi*, esta especie fue implicada como responsable en la transmisión de los casos de Leishmaniasis en la zona (León et al., 2014) . En el anexo 2 se presenta la relación de *Lutzomyias* y parásitos de la Leishmaniasis asociados a centrales hidroeléctricas en este país.

En Brasil se registran 277 especies de flebotómicos de las cuales 19 son incriminados en la transmisión de Leishmaniasis (Rapello et al., 2018 ; Melo, 2021; Neitzke-Abreu et al., 2022) En el anexo 2 se registran las especies de *Lutzomyia* que son vectores y que han estado asociadas a centrales hidroeléctricas y este país cuenta con más de 400 centrales hidroeléctricas (ABRADEE, 2021), además es el país que ha realizado más investigaciones relacionadas con la Leishmaniasis y con la presencia de *Lutzomyia* en centrales hidroeléctricas.

En total se han realizado 11 reportes, demostrando resultados variables entre la relación de las centrales hidroeléctricas y los casos reportados para la enfermedad de Leishmaniasis y la presencia del vector. A continuación se presenta una breve descripción de estos trabajos:

De acuerdo con los estudios en la central hidroeléctrica Paranapanema, se concluyó que los aumentos en la transmisión de la Leishmaniasis cutánea; están también relacionados con las actividades agrícolas, turísticas y con la migración de fauna silvestre. Fueron reportadas 15 especies de flebotomíneos, de las cuales resaltan las especies *Nyssomyia whitmani*, *Nyssomyia intermedia*, *Migonemyia migonei*, *Pintomyia fischeri* y *Pintomyia pessoai* como las de mayor abundancia y algunas con registros de capturas intradomicilio (Cruz et al., 2012). Una conclusión similar fue obtenida en los estudios realizados en la central hidroeléctrica Aimorés donde los casos fueron atribuidos a las especies de *Lutzomyia* (*Lu. whitmani* y *Lu. intermedia*) y a la presencia de *Lu. longipalpis*. En cuanto a los casos de Leishmaniasis cutánea y visceral, llegaron a la conclusión de que no existe evidencia de incrementos en la incidencia de estas enfermedades después de la implementación de la represa (Barata, et al, 2012).

En el sistema hidroeléctrico Santo Antonio en el estado de Rondônia, en la Amazonía Occidental de Brasil, se demostraron cambios en las poblaciones de las especies del género *Lutzomyia*, influenciados posiblemente por el llenado de la presa pero no se demostró que los cambios estuvieran relacionados con el aumento en la incidencia de Leishmaniasis. Lo anterior puede deberse a que estas especies fueron registradas antes y después del llenado de la presa, presentándose un período de transición donde disminuye la presencia de este vector durante el período de llenado, mientras se presenta un restablecimiento del sistema ecológico en la zona. Las especies reportadas como vectores son: *Psychodopygus davisii*, *Trichophoromyia ubiquitalis*, *Nyssomyia umbratilis*, *Bichromomyia flaviscutellata* y *Psychodopygus complexus*. De las 67 reportadas (Galardo et al., 2015).

Estudios realizados durante la construcción de la central hidroeléctrica Usina Luís Eduardo Magalhães en la ciudad de Porto Nacional permitieron relacionar la migración de la mano de obra, los asentamientos poblacionales improvisados y la deforestación de la zona con la presencia de casos de Leishmaniasis ya que estos factores permiten a la fauna de Phlebotominae adaptarse a los nuevos hábitats, implicando a las especies de *Lu. longipalpis* y *Ny. whitmani* como las posibles especies transmisoras de Leishmaniasis en la zona y relacionar a *Bi. Flaviscutella* con la transmisión peridoméstica, de las 48 especies reportadas (Vilela et al., 2011). Estudios similares fueron realizados en el sistema hidroeléctrico de Santo Antonio do Jar, ubicado entre los municipios de Almeirim y Laranjal do Jari donde se concluyó

que *Lutzomyia* spp pueden adaptarse a cambios antrópicos originados por la construcción de las centrales hidroeléctricas y que a largo plazo puede alterarse la incidencia de la Leishmaniasis a pesar de que la zona sea endémica para la enfermedad. De las 60 especies registradas, cinco son de importancia médica en el área de la central y son *Ps. squamiventris*, *Bi. flaviscutellata*, *Ps. paraensis*, *Ps. davis* y *Ps. hirsutus hirsutus* (Furtado et al., 2016).

En esta misma central hidroeléctrica para el estado de Rondônia, se realizó un monitoreo, registrándose un total de 64 especies distribuidas en los géneros *Psychodopygus* Mangabeira (13 spp.), *Evandromyia* Mangabeira (10 spp.), *Psathyromyia* Barreto (8 spp.), *Trichophoromyia* Barreto (6 spp.), *Nyssomyia* Barreto (6 spp.), *Micropygomyia* Barreto (5 spp.), *Migonemyia* Galati (3 spp.), *Bichromomyia* artemiev (2 spp.), *Sciopemyia* Barreto (2 spp.), *Viannomyia* Mangabeira (1941) (2 spp.), *Pressatia* Mangabeira (2 spp.), *Pintomyia* Costa Lima (1 spp.), *Lutzomyia* França (1 spp.), *Trichopygomyia* Barreto (1 spp.), y *Brumptomyia* França and Parrot (1 spp.); incriminándose además a la especie *Psychodopygus davis* por su alta presencia, su capacidad antropofílica y porque ya se ha demostrado que es portadora de los parásitos *L. (V.) naiffi* y *L. (V.) braziliensis* en Brazil (Galardo et al., 2015).

En la construcción de la represa Capim Branco, ubicada en municipio de Uberlândia; Minas Gerais, el sistema de vigilancia entomológica registró la presencia de once especies de *Lutzomyia*, destacando la presencia de *Lu. longipalpis* y el impacto que este vector podría tener sobre la incidencia de Leishmaniasis visceral en la zona de la construcción de esta central hidroeléctrica (Lemos et al., 2004).

En la represa hidroeléctrica de Itaipú ubicada en la triple frontera entre Argentina, Paraguay y Brasil, se reportaron para la zona de influencia de Brasil tres especies de *Lutzomyia* incriminadas como transmisoras de Leishmaniasis tegumentaria: *Lu. migonei*, *Lu. whitmani* y *Lu. intermedia* (Consolim et al., 1990).

En la represa de Porto Primavera que está ubicada en el estado de São Paulo y Mato Grosso Do Sul; se registraron nueve especies de flebotomíneos (*Bi. Flaviscutellata*; *Lu. almerioi*, *Ny. neiva*, *Pa. punctigeniculata*, *Pa. shannoni*, *Brumptomyia* sp, *Ny. neivai*, *Pa. shannoni* y *Lu. almerioi*), las cuales han estado presentes antes, durante y después de la construcción de la represa. La especie *Lu. almerioi* está implicada directamente en la transmisión de la enfermedad ya que es antropofílica, de actividad tanto diurna como nocturna y ha sido incriminada como portadora de *L. Infantum chagasi* y *L. (Viannia) sp* (Gomes et al., 2012).

En este país también se han realizado investigaciones sobre la posible alteración que pueden presentar los arbovirus durante la construcción de represas hidroeléctricas, de tal manera que

durante la construcción de la represa Tucurí donde se reporta la presencia de 184 arbovirus, se concluyó que 18 de ellos que son pertenecientes a los géneros *Orbivirus* y *Phlebovirus*, fueron hallados en algunos vectores (Dégallier et al., 1989).

Argentina posee una población de 32 especies de flebotomíneos registradas, de las cuales solamente 6 especies están incriminadas como vectores de Leishmaniasis (Szelag et al., 2016; Almazán et al., 2020; Aramayo et al., 2022). De las 64 centrales hidroeléctricas que existen en el país, solamente se han realizado cuatro investigaciones relacionadas con vectores de Leishmaniasis, la primera fue realizada en el norte del país sobre el Río Paraná en límites con Paraguay en la represa de Yacyreta-Apipé, entre los departamentos Ituzaingó y Misiones donde se registró la presencia de *Lutzomyia auraensis*, *Lutzomyia cortelezzi*, *Lutzomyia lfscheri*, *Lutzomyia sallesi*, *Brumptomyia avellari* y *Brumptomyia guimaraesi*; en este estudio los autores sugieren que posiblemente *Lutzomyia intermedia* está involucrada en la transmisión de Leishmaniasis en la zona (Spinelli et al., 1999).

La segunda investigación que se publicó fue realizada en la represa Escaba, ubicada en los departamentos de Simoca y Monteros en el noreste del país; en límites con Brasil y Paraguay donde se reportó la presencia de *Lu. neivai* y *Lu. cortelezzi*, siendo la primera especie incriminada como posible vector ya que se ha encontrado como portadora natural de parásitos de *Leishmania* (*Le. Braziliensis*) en el país (Quintana et al., 2012).

La tercera investigación fue llevada a cabo en la zona de la represa hidroeléctrica de Itaipú ubicada en la triple frontera entre Argentina, Paraguay y Brasil; se realizó en la zona que corresponde a Argentina y se registraron e incriminaron como vectores de Leishmaniasis cutánea a las especies de *Ny. neivai*, *Ny. whitmani* y *Migonemyia migonei* y como vector de Leishmaniasis visceral a la especie *Lu. Longipalpis* (Salomón, et al, 2016).

La cuarta investigación fue llevada a cabo en la represa binacional Salto Grande, ubicada en la zona fronteriza del departamento del Salto en Uruguay y en los departamentos de Concordia y Provincia de Argentina donde se registró la presencia de ocho especies, se reportó por primera vez la presencia de *Lu. longipalpis* y *Nyssomyia whitmanii*, implicando a la primera especie en la transmisión de Leishmaniasis visceral y a la segunda especie en la transmisión de Leishmaniasis cutánea. (Santini et al., 2018).

Por último, Ecuador registra 75 especies de *Lutzomyia* (Jones et al., 2012), de las cuales 8 están implicadas en la transmisión de Leishmaniasis (Caranqui & Kimberly, 2020). Este país tiene un total de 20 centrales hidroeléctricas y solamente se registra un inventario en la represa de Toachi-Pilaton, donde se reportó la presencia de dípteros nematócera con ocho especies de

Lutzomyia, resaltando la presencia de *Lu.trapidoi*, *Lu.hartmanni* y *Lu. serrana* (León et al., 2014).

1.2.3. Hallazgos de flebotomíneos en algunas centrales hidroeléctricas del país.

En Colombia, los estudios sobre el impacto de flebotomíneos en centrales hidroeléctricas fueron realizados principalmente en el Departamento de Antioquia, donde se cuenta con cinco reportes. Otros estudios llevados a cabo en el país son Caldas, Córdoba, Tolima y Santander.

A continuación se describe brevemente algunos trabajos realizados en el país:

En Antioquia, los estudios realizados sobre vectores que transmiten Leishmaniasis en centrales y represas hidroeléctricas solamente se limitan a algunos estudios de foco, relacionados directamente con reportes de casos de Leishmaniasis cutánea (LC) en el personal que labora en las centrales o en estudios de inventario previos como el trabajo que realizó Porter en la planta hidroeléctrica de Providencia ubicada en el municipio de Anorí en 1970, cuyo propósito principal fue conocer el comportamiento en cuanto a picadura del género *Lutzomyia* en la zona, en diferentes estratos (bosque, dosel y campo abierto). Además en este estudio, se registraron cuatro especies del género *Lutzomyia* (*Lu. hartmanni*, *Lu. gomezi*, *Lu. trapidoi*, *Lu. yuilli*) y una del género *Warileya* (*Wa. Rotundipennis*), donde debido a las altas densidades de *Lu. gomezi*, fue implicada como posible vector en la transmisión de la enfermedad (Porter & DeFoliart, 1981).

El Grupo del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) de la Universidad de Antioquia (Facultad de Salud Pública), realizó muestreos periódicos e identificación de vectores en la central hidroeléctrica de Porce II; mediante monitoreos realizados entre los años 1997 y 2000. En este estudio fueron identificadas ocho especies de *Lutzomyia* (*Lu. barretoii*, *Lu. lichyi*, *Lu. gomezi*, *Lu. shannoni*, *Lu. panamensis*, *Lu. triamula*, *Lu. carrerai* y *Lu. walkeri*) (Instituto Nacional de Salud, 2010) y este mismo grupo mediante la continuidad del proyecto hidroeléctrico Porce III, realizó estudios entre los años 2007 y 2009, reportando trece especies de *Lutzomyia* en esta central hidroeléctrica (Instituto Nacional de Salud, 2010; Zuluaga et al., 2012).

Sumado a esto, se reportaron otros estudios en las represas de ISAGEN en algunos departamentos del país: en Antioquia en el año 2003 en el municipio de San Carlos, se reportaron 44 casos de Leishmaniasis, todos asociados con el personal de la represa. Debido a lo anterior se realizó un estudio de foco en la zona, registrando las especies *Lu panamensis*, *Lu. gomezi*, *Lu. bifoliata*. *Wa. Botundipennis* 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 de Leishmaniasis cutánea en la central hidroeléctrica de Isagen-San Carlos (Parra Henao & Echavarría, 2005).

En el año 2012 se realizó un estudio de la entomofauna asociada a Leishmaniasis en el municipio de Chaparral (Tolima) en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Amoyá (2008-2009), propiedad de ISAGEN. En este estudio se identificaron 13 especies, de las cuales cinco especies (*Lu.longiflocosa*, *Lu. columbiana*, *Lu. nuneztovari*, *Lu. suapiensis*, *Wa. rotundipennis*), son importantes epidemiológicamente, se incriminó a *Lu. longiflocosa* como el vector que posiblemente causa la Leishmaniasis en la zona ya que ha sido registrada como portadora de *L.braziliensis* y además se realizó el primer reporte de *Lu. suapiensis* para el país (Contreras et al., 2012).

En cuanto al departamento de Santander, durante estudios realizados entre 2016 y 2017 en la central hidroeléctrica de Sogamoso, fueron registradas 21 especies de *Lutzomyia*; resaltándose la presencia de *Lutzomyia gomezi*, *L. panamensis* y *L. ovallesi* como especies transmisoras importantes de Leishmaniasis cutánea y de Leishmaniasis visceral predominó la especie *L. longipalpis*. (Gómez-Vargas, & Zapata-Úsuga, 2022).

Para el departamento de Caldas, en el año 2005 se realizó un estudio de foco de Leishmaniasis para el personal y pobladores de la central hidroeléctrica La Miel I, en el departamento de Caldas, pero no se implicó a ningún vector en los casos, ni se instaló un sistema de vigilancia epidemiológica y de control para esta ETV (Parra & Echavarría, 2005). Nuevamente en esta central en el año 2008 se presentó un incremento de casos de Leishmaniasis en el personal de esta misma central hidroeléctrica, especialmente en los sectores de Guarinó y Manso, realizándose otro estudio de foco para Leishmaniasis durante el cual se encontraron cinco especies de *Lutzomyia* (*Lu. longipalpis*, *Lu. gomezi*, *Lu. trapidoi*. *Lu. trinidadensis* y *Lu. cayennensis*) (Isagen, 2008). Otro estudio realizado en esta misma central en el año 2013 reportó por primera vez la altura máxima de distribución de *Lu. longipalpis* a 1350 m.s.n.m (Acosta et al, 2013).

Por último, en la central hidroeléctrica de Urra en Tierra alta, departamento de Córdoba; se presentó un incremento de casos de Leishmaniasis a partir del año 2005, principalmente en el personal de vigilancia y en las fuerzas armadas (Amador. & Mattar, 2005), donde en el año 2006 el incremento fue de 12% y en 2010 de 4.8%. Es importante aclarar que todos los casos registrados para el departamento fueron de esta zona (Hincapié., 2009) y solamente en el año 2016 se realizó inventario y registro de la presencia de 12 especies de *Lutzomyia*, donde se encontró que siete de ellas estaban infectadas naturalmente con *Leishmania* sp (*Lu. panamensis*, *Lu. gomezi*, *Lu. cayennensis*, *Lu. micropyga*, *Lu. shannoni*, *Lu. trinidadensis* y *Lu. yuilli yuilli*). Además realizaron cinco registros nuevos para el departamento (*Lu. carpenteri*, *Lu. dysponeta*, *Lu. atroclavata* y *Lu. yuilli yuilli*) (R. J. Vivero et al., 2016).

1.2.4.Casuística de leishmaniasis en el área de influencia del proyecto hidroituango.

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 (Diez 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 (BEA-DSSA, 1995). En el año 1997 el departamento registró 951 casos de Leishmaniasis, pertenecientes a los 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, Sivigila). Para el año 2002 el departamento de Antioquia inició un registro más sistemático de los casos por normativa nacional del INS, pero debido a varios factores, se siguen presentando subregistros, especialmente en algunos municipios del departamento que hacen parte de la zona de influencia, donde se desarrolló el proyecto hidroeléctrico.

Al analizar la información para los municipios de la zona de influencia del proyecto se observa que varios municipios que hacen parte de esta zona son de importancia y considerados endémicos, tal como es el caso del municipio de Valdivia, siendo el municipio que más casos reporta con un promedio de 8% anual, seguido de Ituango (3.2% anual) y Briceño (3% anual) (Tablas 2 y 3). 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.

Tabla 2. Comportamiento de la Leishmaniasis para la subregión norte de Antioquia en los municipios del área de Influencia. 2002 – 2020.

Años	Briceño	Ituango	San Andrés de C.	Toledo	Valdivia
2002	29	81	2		221
2003	32	162	3		311
2004	13	233	1	1	140
2005	20	109		1	260
2006	9	54			172
2007	17	24			150
2008	8		1		128
2009	26	34		1	145
2010	33	64			148
2011	17	24			150
2012	16	28	1		112
2013	15	32		9	178
2014	12	82	2	1	263
2015	5	86		1	132
2016	28	87			149
2017	10	18		3	117
2018	10	11		1	51
2019	11	34			96
2020	14	86	1	3	100

Fuente: DSSA-sivigila año 2020

Tabla 3. Comportamiento de la Leishmaniasis para la subregión occidente de Antioquia para los municipios del área de Influencia. Años 2002 - 2020

Año	Buriticá	Liborina	Olaya	Peque	Sabanalarga	Santa Fe de Antioquia
2002				2	1	9
2003					1	1
2004				1		2
2005				1	2	6
2006					2	1
2007	1	1		2	1	5
2008				1		4
2009	2				1	9
2010				1		10
2011	1	1		2		5
2012			1		1	72
2013	2		1		2	28
2014	2	1			2	135
2015	0	0	0		3	85
2016	1	0	0		44	34
2017	2	2	1	4	75	12
2018	42	13		10	83	14
2019	42	9		8	49	17
2020	40	6		4	25	9

Fuente: DSSA-sivigila año 2020

1.3. Discusión

La construcción de una central hidroeléctrica o represa puede traer múltiples beneficios tales como la producción de energía, desarrollo industrial, agricultura, transporte y abastecimiento de agua potable, entre otros. No obstante, también produce una serie de impactos relevantes tanto

a nivel local como regional debidos a cambios socioambientales y sistemas ecosistémicos, a lo largo del tramo intervenido, alterando a su vez los ciclos de vida tanto animal como humana ya que puede ejercer impacto sobre aspectos tales como la mortalidad, el crecimiento, las estrategias reproductivas, el uso de hábitats y los patrones migratorios. Lo anterior no es ajeno a la fauna que puede estar implicada en la transmisión de la Leishmaniasis, tanto reservorios como vectores.

Existen 59.071 centrales hidroeléctricas en el mundo, donde en América Latina hay un promedio de 1.800 centrales hidroeléctricas. Sin embargo, para este número tan alto son pocos los registros realizados sobre la presencia de flebotómíneos asociados a estas áreas y tampoco se ha tenido en cuenta la importancia que tiene esta fauna para la región debido a sus implicaciones epidemiológicas en la transmisión de la Leishmaniasis.

De acuerdo con lo anterior, en Argentina hay 111 centrales hidroeléctricas; a pesar de esto, solamente se han documentado cuatro estudios sobre la relación de flebotómíneos y centrales hidroeléctricas donde se han registrado 26 especies de flebotómíneos asociados.

De manera muy similar, Bolivia tiene 280 represas y cuenta con un registro de 121 especies de potenciales vectores, pero no hay información disponible sobre investigaciones relacionadas con la presencia de los mismos en dichas centrales hidroeléctricas.

Por otro lado y como se mencionó anteriormente, Brasil es el país con mayor número de centrales hidroeléctricas en el continente (400) y tiene un registro de 260 especies de vectores de Leishmaniasis (Galati, 2011); además es el país donde se ha realizado mayor número de investigaciones relacionadas con centrales hidroeléctricas y vectores de Leishmaniasis, contando con ocho reportes que incluyen la implicación de algunas especies en la transmisión de arbovirus en estas áreas.

En cuanto a Paraguay, solamente tiene cuatro centrales hidroeléctricas; los estudios se han realizado conjuntamente con Brasil y Argentina en áreas de las centrales hidroeléctricas Itaipu y Yacyretá y tiene un registro de 15 especies de flebotómíneos.

En Perú, se llevaron a cabo dos estudios sobre el tema a pesar de la importancia que se da a la Leishmaniasis y a los flebotómíneos, además es importante aclarar que Perú tiene 71 centrales hidroeléctricas y se han registrado 154 especies de flebotómíneos.

Por su parte Uruguay tiene cuatro centrales hidroeléctricas y más de 800 mini centrales. Sin embargo, en este país no hay estudios sobre la relación entre vectores y centrales hidroeléctricas ya que solamente se han realizado estudios compartidos con Argentina. En uno

de estos estudios, fueron registradas tres especies del género *Lutzomyia* en la central hidroeléctrica Salto Alto Uruguay, Salto Grande, ubicada hacia territorio Argentino.

Hablando específicamente de Colombia, tiene 28 centrales hidroeléctricas y se han realizado cinco investigaciones donde se registró la presencia de flebotomíneos en áreas de influencia de centrales hidroeléctricas con un promedio de 170 especies de flebotomíneos.

Desde el punto de vista epidemiológico, según los datos obtenidos retrospectivamente desde 1994 hasta 1997 y desde 2001 hasta 2020, puede concluirse que la zona donde se desarrolla la central hidroeléctrica Ituango, presenta cierto grado de incidencia y endemismo para la Leishmaniasis.

También es importante aclarar que en los municipios de influencia de la central hidroeléctrica Ituango, la enfermedad de la Leishmaniasis siempre ha estado presente aunque la información no ha sido continua y constante ya sea por falta de casos, por falta del sistema de notificación o por situaciones sociopolíticas que caracterizan esta zona y debe considerarse además que los casos se distribuyen principalmente en los municipios de Valdivia, Ituango y Santa Fe de Antioquia.

En el anexo dos se presenta la relación entre las especies de flebotomíneos reportadas en los estudios de centrales hidroeléctricas en las Américas que según la literatura son portadores de parásitos de *Leishmania* sp. y la manifestación clínica que estas representan (anexo 2).

Referencias

- Abradee, A. B. de D. de E. E. (2021). *List of hydroelectric power stations in Brazil*. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. <https://www.abradee.org.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor/>
- Acosta, L. A., Mondragon-Shem, K., Vergara, D., Velez Mira, A., Cadena, H., & Carrillo, L. M. (2012). 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>
- Agudelo Chivatá, N. J. (2019). Informe del evento Leishmaniasis Cutánea, Mucosa Y Visceral, Colombia 2018. *Instituto Nacional De Salud*, Versión 4 05(31),. https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/LEISHMANIASIS_2018.pdf
- 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), 1–40. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004349>
- 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>
- 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>
- Almazán, M. C., Copa, G. N., Lauthier, J. J., Gil, J. F., López Quiroga, I., Hoyos, C. L., Díaz Fernández, M. E., Nasser, J. R., Korenaga, M., Marco, J. D., & Barroso, P. A. (2020). Sand fly typing: a simple and morphologically-supported method based on polymorphism of 18S rRNA gene in a Leishmaniasis endemic area of Argentina. *Acta Tropica*, 211(April),

105609. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105609>

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

Álvarez, C. J. (1974). *Evaluación potencial hidroeléctrico del Cauca Medio alternativas para su desarrollo Volumen IV Anexos*. Interconexión eléctrica S.A. <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2581>

Amador., C., & Mattar, S. (2005). *Estudio prospectivo de casos de leishmaniasis cutánea en soldados acantonados en Montería , 2002* . *Infectio* 9(2) pp. 63–69. https://revistainfectio.org/P_OJS/index.php/infectio/article/view/207/231

Andrade Filho, J. D., & Brazil, R. P. (2003). Relationships of New World Phlebotomine Sand Flies (Diptera: Psychodidae) Based on Fossil Evidence. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(SUPPL. 1), 145–149. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000900022>

Antunes, P. C. (1937). Informe sobre una investigación entomológica realizada en Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 6(2), 65–87. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/23519/24218>

Áñez, N., Cazorla, D., Nieves, E., Chataing, B., Castro, M., & De Yarbuh, A. L. (1988). Epidemiología de la leishmaniasis tegumentaria en Merida, Venezuela. i. Diversidade y dispersion de especies flebotominas en tres pisos altitudinales y su possible rôle en la transmission de enfermedad. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 83(4), 455–463. <https://doi.org/10.1590/s0074-02761988000400011>

Aramayo, L. V., Copa, G. N., Hoyos, C. L., Almazán, M. C., Juarez, M., Cajal, S. P., Krolewiecki, A. J., Nasser, J. R., & Gil, J. F. (2022). Tegumentary leishmaniasis and sandflies in Colonia Santa Rosa locality in northern Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 54(2), 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.06.002>

Areas Espinoza, P. M. (2002). *Determinación dela Composición de Especies y Abundancia Relativa del Género Lutzomyia Franca, 1924 (Diptera: Psychodidae) en el Distrito de Arraijan, Corregimiento de Santa Clara, Republica De Panamá*. [Tesis]. Universidad De Panama. Repositorio http://up-rid.up.ac.pa/4408/1/perla_espinosa.pdf

- Barata, R. A., Ursine, R. L., Nunes, F. P., Morais, D. H., & Araújo, H. S. (2012). Synanthropy of mosquitoes and sand flies near the Aimorés hydroelectric power plant, Brazil. *Journal of Vector Ecology*, 37(2), 397–401. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2012.00243.x>
- Barreto, M., Burabano, M. E., & Barreto, P. (2006). Registros de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en nuevas localidades de Colombia. *Colombia Medica*, 37(1), 39–45. <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6185/1/Description%20of%20Lutzomyia.pdf>
- 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 Medica (Cali, Colombia)*, 28(3), 116–122. <https://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/62>
- Bates, P. A., Depaquit, J., Galati, E. A. B., Kamhawi, S., Maroli, M., McDowell, M. A., Picado, A., Ready, P. D., Salomón, O. D., Shaw, J. J., Traub-Csekö, Y. M., & Warburg, A. (2015). Recent advances in phlebotomine sand fly research related to leishmaniasis control. *Parasites and Vectors*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0712-x>
- Bejarano, E.E.,(2006a). Lista actualizada de los psicódidos (diptera: psychodidae) de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 45, 47–56. <https://www.redalyc.org/pdf/424/42445106.pdf>
- Bejarano, E.E., (2006b). *Lista actualizada de Psicodidos (Diptera: Psychodidae) de Colombia.* (p. vol. 45, núm. 1, 2006, pp. 47-56,.). *Folia Entomológica Mexicana*. <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>
- Bejarano, E. E., Rojas, W., Uribe, S., & Vélez, I. D. (2003). Sistemática de especies de *Lutzomyia* del grupo *Verrucarum* Theodor, 1965 (Diptera: Psychodiadae). *Biomedica*, 23(1), 87. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v23i1.1200>
- 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. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v23i3.1228>

- 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>
- Bruce F. Edman Eldridge, John D. And Eldridge, B. F. (2000). *Medical Entomology: A Textbook on Public Health and Veterinary Problems Caused by Arthropods*. Springer Science & Business Media. (2a ed). eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1009-2>
- Caranqui, Cobo & Kiberly Lizeth, K. (2020). *Estudios filogenéticos de *Pintomyia serrana* y *Pi. robusta*, en Ecuador mediante el gen Citocromo c Oxidasa I (COI)* . [Tesis] Universidad San Francisco de Quito. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8736>
- Cárdenas, R., Romoz, 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. *Biomédica*, Vol. 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=es&tlng=es.
- Christensen, H. A., Fairchild, G. B., Herrer, A., Johnson, C. M., Young, D. G., & de Vásquez, A. M. (1983). The ecology of cutaneous leishmaniasis in the republic of Panama1. *Journal of Medical Entomology*, 20(5), 463–484. <https://doi.org/10.1093/jmedent/20.5.463>
- Consolim, J., Luz, E., & Torres, P. B. (1990). Flebótomos da área do reservatório da hidroelétrica de Itaipu, estado do Paraná, Brasil: Diptera, Psychodidae. *Cadernos de Saúde Pública*, 6(1), 86–89. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x1990000100009>
- Contreras, M. A.(2013). *Lutzomyia spp. (Diptera: Psychodidae) en zonas cafeteras de la región andina colombiana: taxonomía e importancia médica*. [tesis de Mestría. Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11926/64703281.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Contreras, M. A., Vivero, R. J., & Bejarano, E. E. (2012). Nuevos registros de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) en el área de influencia del río Amoyá en Chaparral, Tolima. *Biomédica*, 32(1), 263–268. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i2.438>
- Contreras, M. A., Vivero, R. J., & Bejarano, E. E. (2012). Nuevos registros de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) en el área de influencia del río Amoyá en Chaparral, Tolima. *Biomédica*, 32(1), 263–268. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i2.438>
- 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., Cáceres, E., & Pelaez, D. (1989). Epidemiology of visceral leishmaniasis in Colombia. *American Society 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. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1990.42.206>
- Cortés Alemán, Luis, Pérez-Doria, Alveiro, & Bejarano Martínez, Eduar Elías. (2009). Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) antropofílicos de importancia en salud pública en Los Montes de María, Colombia. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 61(3), 220-225. Recuperado en 14 de noviembre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602009000300003&lng=es&tlng=es
- Cortés Alemán, Luis, Pérez-Doria, Alveiro, & Bejarano Martínez, Eduar Elías. (2009). Flebotomíneos (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&tlng=es
- Cruz, M. F. R., Galati, E. A. B., & Cruz, C. F. R. (2012). Ecological aspects of the sandfly fauna (Diptera, psychodidae) in an American cutaneous leishmaniasis endemic area under the influence of hydroelectric plants in Paranapanema River, state of Paraná, Brazil. *Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical*, 45(4), 430-436. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822012000400003>

- Dantas-Torres, F. (2009). Canine leishmaniosis in South America. *Parasites & Vectors*, 2(Suppl 1), S1. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-s1-s1>
- Dégallier, N., Travassos da Rosa, A. P. de A., Hervé, J.-P., Vasconcelos, P. F. da C., Travassos da Rosa, J. F. S., Filho, G. C. S., & Pinheiro, F. de P. (1989). Modifications os Arbovirus Eco-epidemiology in Tucuruí, Para, Brazilian Amazonia, related to the Constuction of a hydroelectric dam. Fifth Symposium-*Arbovirus research in Australia*, 124–135. <http://patua.iec.gov.br/handle/iec/2817>
- Dirección Seccional de Salud de Antioquia, (DSSA) & Laboratodio Departamental de Salud Pública (LDSP). (1998). *Distribución de Lutzomyia para el departamento de Antioquia* [Data set].
- 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->
- Dougherty, M. J., Ward, R. D., & Hamilton, G. (1992). Evidence for the accessory glands as the site of production of the oviposition attractant and/or stimulant of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). *Journal of chemical ecology*, 18(7), 1165–1175. <https://doi.org/10.1007/BF00980071>
- Dujardin, J. P., Le Pont, F., & Martinez, E. (1999). Quantitative Phenetics and Taxonomy of Some Phlebotomine Taxa. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(6), 735–741. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000600006>
- 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), e0139391. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139391>
- Ferro, C., & Morales, A. (1988). Lista de las especies de Flebotomos (Diptera: psychodidae, phlebotominae) de Colombia. *Biomédica*, 8(3–4), 68. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v8i3-4.1957>
- Flórez, M., Martínez, J. P., Gutiérrez, R., Luna, K. P., Serrano, V. H., Ferro, C., Angulo, V. M., & Sandoval, C. M. (2012). *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) en un foco suburbano de leishmaniosis visceral en el Cañón del Chicamocha en Santander,

- Colombia. *Biomedica: revista del Instituto Nacional de Salud*, 26(1), 109.
<https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1505>
- Forattini, O. P. (1973). *Entomologia Médica: IV Psychodidae, Phlebotominae, leishmanioses, bartonelose*. Edgard Blucher, São Paulo, Ed. Edgard Blücher/Ed. Univ. S.Paulo
- 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*, 2016, 1–12.
<https://doi.org/10.1155/2016/9819723>
- Galardo, A. K. R., Galardo, C. D., Silveira, G. A., Ribeiro, K. A. N., Hijjar, A. V., Oliveira, L. L., & dos Santos, T. V. (2015). Phlebotominae sand flies (Diptera: Psychodidae): Potential vectors of American cutaneous leishmaniasis agents in the area associated with the Santo Antônio hydroelectric system in Western Amazonian, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 48(3), 265–271. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0088-2015>
- Galati, E. A. B. (2009a). *Bioecologia e Identificacao de Phlebotominae: Classificacao, Morfologia e Terminologia e Identificacao de Adultos*. Vol I – II. Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública Universidade de São Paulo..
- Galati, E. A. B. (2009b). Distribuição geográfica dos Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) das Américas. Apostila Disciplina HEP 5752. Bioecologia e Identificação de Phlebotominae 2009. Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo; 2009a.
- Galati, E. A. B. (2014a). Phlebotominae (Diptera, Psychodidae). Classificação Morfologia e Terminologia e Identificação de Adultos. Apostila Disciplina HEP 5752. Bioecologia e Identificação de Phlebotominae 2009. Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo; 2009b
- Galati, E. A. B. (2014b). Phlebotominae (Diptera: Psychodidae). Classificação, Morfologia, terminologia e identificação de Adultos, Vol I. En *Apostila Bioecologia e Identificação Disciplina HEP 5752 de Phlebotominae*. Departamento de Epidemiologia Faculdade de Saúde Pública Universidade de São Paulo; 2009b.

- Galati, E. A. B. (2018). Morfologia e terminologia de Phlebotominae (Diptera: Psychodidae). *Classificação e identificação de táxons das Américas. Vol 1. Apostila da Disciplina Bioecologia e Identificação de Phlebotominae do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, 1*, 1–136.
- 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>
- García-Leal, J., Carrero-Sarmiento, D., & Hoyos- López, R. (2020). Diversidad del género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en municipios del departamento de Córdoba – Colombia. *Acta Biológica Colombiana, 25*(3), 1–35. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.90684>
- García, D. A., & Flórez García, V. (2019). “*Comportamiento Epidemiológico De Leishmaniasis Relacionado a Factores Sociales y Demográficos en el Departamento de Sucre 2015-2018*” [Tesis Maestría investigativa en Salud Pública. Universidad del Norte]. <https://hdl.handle.net/10584/9396>
- Gast Galvis, A., & Rengifo, S. (1996). Leishmaniasis visceral. Estudio del primer caso diagnosticado en Colombia. *Biomédica: 16*:5-12. <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/download/1422/1538/5048>
- Goenaga-Mafud, L. C., Eyes-Escalante, M., & Florez-Arrieta, F. (2020). First assessment about the phlebotomine fauna (Psychodidae: Phlebotominae) of atlántico department from Colombia. *Acta Biologica Colombiana, 25*(3), 284–292. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n3.78771>
- Gomes, A. D. C., Galati, E. A. B., Paula, M. B. de, & Mucci, L. F. (2012). Phlebotomines in the Area Adjacent To the Porto Primavera Dam, Between São Paulo and Mato Grosso Do Sul States, Brazil. *Revista de Patologia Tropical, 41*(2). <https://doi.org/10.5216/rpt.v41i2.19323>
- 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 Museo de Historia Natural Universidad de Caldas, 26*(1), 121–

133., 26(1)(1), 121–133. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.9>

Gómez Vergara, T. F. (2020). *Actualización del inventario de PCHs en Colombia en una herramienta computacional para visualización web* [Tesis de Grado Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1290&context=ing_electrica

Gradoni, Luigi. & Bruschi, Fabrizio. (2018). The Leishmaniasis: Old Neglected Tropical Diseases. A Brief Introduction to Leishmaniasis Epidemiology. *Springer eBook*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72386-0>

Grimaldi, G., Tesh, R. B., & McMahon-Pratt, D. (1989). A review of the geographic distribution and epidemiology of leishmaniasis in the New world. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 41(6), 687–725. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1989.41.687>

Herrer, A., & Hertig, M. (1943). Observaciones sobre Phlebotomus y Anopheles en el Callejon de Huaylas. *Revista de Medicina Experimental*, 2,(n:1). 37–46. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v2n1/a03v2n1.pdf>

Hincapié., C. E. R. (2009). *Monografía. Hidroeléctrica de Urrá: Historia y Conflicto Social*. [Tesis de Grado, Facultad de Economía, .Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/57ac15a0-1653-431d-9411-b8e229dc6ec4/content>

Hoyos López, R., Vivero Gómez, R. J., Contreras, M. A., & Soto, S. U. (2013). Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) en un área rural de Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 51–55. https://www.researchgate.net/publication/256097058_Flebotomineos_Diptera_Psychodidae_en_un_area_rural_de_Santa_Fe_de_Antioquia_Colombia

International Hydropower Association [iha]. (2022).. *Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica*. <https://www.hydropower.org/country-profiles/peru>

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2010). *Guía protocolo para la vigilancia en salud pública de leishmaniasis*. <https://www.minsalud.gov.co/Documents/Salud%20P%C3%BAblica/Ola%20invernal/protocolo%20LEISHMANIASIS.pdf>

- Isagen E.P.S. (2008). *Informe de gestion social* (pp. 1–100). <https://www.yumpu.com/es/document/read/32347983/1-isagen-sa-esp-a-informe-ambiental-a-2008>.
- Jones, L. A., Cohnstaedt, L. W., Beati, L., Terán, R., Renato, L., & Munstermann, L. E. (2012). New records of Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) from Ecuador. *Proceedings of The Entomological Society of Washington*, 112(1), 47-53. <https://doi.org/10.4289/0013-8797-112.1.47>
- Killick-Kendrick, R., Wilkes, T. J., Bailly, M., Bailly, I., & Righton, L. A. (1986). Preliminary field observations on the flight speed of a phlebotomine sandfly. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 80(1), 138–142. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(86\)90213-0](https://doi.org/10.1016/0035-9203(86)90213-0)
- Kreutzer, R. D., Corredor, A., Grimaldi, G., Grogl, M., Rowton, E. D., Young, D. G., Morales, A., McMahon-Pratt, D., Guzman, H., & Tesh, R. B. (1991). Characterization of *Leishmania colombiensis* sp. n (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), a new parasite infecting humans, animals, and phlebotomine sand flies in Colombia and Panama. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 44(6), 662–675. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1991.44.662>
- Lainson, R. (2010). The Neotropical *Leishmania* species: a brief historical review of their discovery, ecology and taxonomy. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 1(2), 13–32. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232010000200002>
- Lane, R. & R. D. Ward. (1984). *La morphology and possible function of abdominal patches in males of two forros of the Leishmaniasis vector Lutzomyia longipalpis (Diptera: édPhlebotominae)*. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. med. et Parnsitol., vol 22:245-249. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/entomo/28381.pdf
- Lemos, J. C., do Carmo, L. S. ., Neto, P. A. A. ., Casagrande, B. ., Vieira, da Silva, G. S. da., Ferrete, J. A., & Oliveira Magalhães, M. J. (2004). Encontro de *Lutzomyia longipalpis* na Área de Implantação da usina Hidrelétrica Capim Branco I , na bacia do rio Araguari, no Município de Uberlândia, Minas Gerais - Brasil. *Caminhos de Geografia*, 5(11), 186-198. <https://doi.org/10.14393/rcg51115336>
- 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. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 6(2), 25–31. <https://doi.org/10.18272/aci.v6i2.176>
- Lewis, D. J., Young, D. G., Fairchild, G. B., & Minter, D. M. (1977). Proposals for a stable classification of the Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). *Systematic Entomology*, 2, 319–332. <https://doi.org/DOI:10.1111/j.1365-3113.1977.tb00381.x>
- 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* (Fairchild & Hertig, 1952) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) en el municipio de Otanche (Boyacá, Colombia), zona endémica de leishmaniasis cutánea. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 50(2), 106–114. <https://doi.org/10.18273/revsal.v50n2-2018002>
- May-Uc, E., Hernández-Arana, H. A., & Rebollar-Téllez, E. A. (2011). Distribución de flebotominos (diptera: psychodidae) en Quintana Roo, México. En *Acta Zoologica Mexicana: Vol. 27(2)*, 273–289. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.272753>.
- Melo, L. R. (2021). *Estudo dos flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), em cavernas calcárias, Pains, Minas Gerais*. [Mestrado em Ciências da Saúde. Universidade Federal de Lavras]<http://repositorio.ufla.br/handle/1/46867>
- Méndez Cardona, S. A. (2021). *Descripción del cuarto estadio larval de Pintomyia longiflocosa e implicaciones taxonómicas en el subgénero Pifanomyia* [Tesis. Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/53899/24942.pdf?sequence=1>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2010). *Gestión para la vigilancia entomológica y control de leishmaniasis en Colombia*. MSPS, INS, OPS. http://simudatsalud-risaralda.co/normatividad_inv7/Entomologica%20Leishmaniasis.pdf
- Molina, R. (1994). Capacidad vectorial de una colonia de *Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911 en la leishmaniosis visceral. [Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid].

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=200400>

- Montenegro, F., Arroyo, C., Vivero, R., Uribe, S. I., Vivero, J. R., & Uribe, S. I. (2013). Presencia del género *Lutzomyia* (Diptera Psychodidae: Phlebotominae) en focos históricos de Bartonellosis en el Departamento de Nariño-Colombia. *RFS Revista Facultad de Salud*, 5(1), 27. <https://journalusco.edu.co/index.php/rfs/article/view/128/223>
- 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. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(3), 277–283. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000300001>
- 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. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-635838>
- Morales, A., & Rodriguez, G. (1996). Comentario epidemiológico sobre el primer caso colombiano de leishmaniasis visceral. *Biomédica*, 16, 21–24. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v16i1.886>
- Neitzke-Abreu, H. C., Costa, G. B., da Silva, M. N., Palacio, E., da Silva Cardoso, A., de Almeida, P. S., & da Costa Lima-Junior, M. S. (2022). Geographic distribution of human leishmaniasis and phlebotomine sand flies in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Parasites & Vectors*, 15(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05353-0>
- 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 Panamericana de la Salud. [OPS]. (2020). *¿Leishmaniasis?* Paho.org. <https://www.paho.org/es/temas/leishmaniasis>
- Organización Panamericana de la Salud. [OPS]. (2022). *Leishmaniasis: Informe Epidemiológico de las Américas*. OPS. <https://www.paho.org/es/temas/leishmaniasis>

- Organización Panamericana de la Salud. [OPS]. (2019). Manual de procedimientos para vigilancia y control de las leishmaniasis en las Américas. En OPS (Ed.), *OPS* (2da ed.). <https://doi.org/https://doi.org/10.37774/9789275320631>
- Osorno Mesa, E., Morales Alarcón, A., & De Osorno, F. (1967). Phlebotominae de Colombia (Diptera, Psychodidae): I. Distribución geográfica de especies de *Phlebotomus* registradas con algunas anotaciones biológicas y descripción de una nueva.". *Caldasia*, *10*(46), 27–38. <http://www.jstor.org/stable/23641149>
- Pardo, R., Ferro, C., Lozano, G., Lozano, C., Cabrera, A., & Davies, C. (1999). Flebótomos 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*, 147–163. <https://agris.fao.org/search/ru/records/64775fa7a3fd11e4303b9950>
- Pardo, R. H., Farieta, S., Munstermann, L. E., & Ferro, C. (1996). Estudio preliminar de los flebótomos de Villeta y Quebradanegra, Cundinamarca: sus implicaciones en salud pública. *Biomédica*, *16*(4), 293. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v16i4.919>
- Parra Henao, G. J., & Echavarría, J. C. (2005). Experiencias en el control de un foco de leishmaniasis cutánea en San Carlos, Antioquia. *Revista CES Medicina*, *19*(1), 31-36. <https://www.redalyc.org/pdf/2611/261120980004.pdf>
- Pérez-Doria Alveiro, Bejarano Eduar Elías, V. I. D. (2008). Descripción del ARN de transferencia mitocondrial para Serina (UCN) de *Lutzomyia columbiana* (Diptera, Psychodidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, *52*(4), 591-594. <https://doi.org/10.1590/s0085-56262008000400008>
- Pérez-Valbuena, G. J., Arrieta-Arrieta, A. M., & Contreras-Anaya, J. G. (2015). *Río Cauca: la geografía económica de su área de influencia*. Banco de la República. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_225.pdf
- Poinar, G. (2008). *Lutzomyia adiketis* sp. n. (Diptera: Phlebotomidae), a vector of *Paleoleishmania neotropicum* sp. n. (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) in Dominican amber. *Parasites and Vectors*, *1*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-1-22>
- 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*

Zoologia, 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

Quintana, M. G., Fernández, M. S., & Salomón, O. D. (2012). Distribution and abundance of phlebotominae, vectors of leishmaniasis, in Argentina: Spatial and temporal analysis at different scales. *Journal of Tropical Medicine*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/652803>

Ramírez, J. D., Hernández, C., León, C. M., Ayala, M. S., Flórez, C., & González, C. (2016). Taxonomy, diversity, temporal and geographical distribution of Cutaneous Leishmaniasis in Colombia: A retrospective study. *Scientific Reports*, 6(March), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep28266>

Rapello, A., de Andrade, A. J., Rocha, D. de A., Ferreira, J. C. B., Timbó, R. V., Obara, M. T., & Gurgel-Gonçalves, R. (2018). An updated list of sand flies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in the Federal District of Brazil. *Check List, (Luis Felipe Toledo)*, 14(1), 213–224. <https://doi.org/10.15560/14.1.213>

Saldaña-Chafloque, C. F., Saldaña-Alfaro, M. I., Saldaña-Chafloque, R. I., & Acosta-Román, M. (2021). Estudio clínico y epidemiológico de Leishmaniasis Cutánea en un Hospital Nivel II Del Perú. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica*, 2(4), 23–40. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i4.62>

Salgado-Almario, J., Hernández, C. A., & Ovalle-Bracho, C. (2019). Geographical distribution of Leishmania species in Colombia, 1985-2017. *Biomedica*, 39(2), 278–290. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i3.4312>

Salomón, O. D., Mastrángelo, A. V., Santini, M. S., Liotta, D. J., & Yadón, Z. E. (2016). La eco-epidemiología retrospectiva como herramienta aplicada a la vigilancia de la leishmaniasis en Misiones, Argentina, 1920-2014. *Rev Panam Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 40(1), 29–39. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28577/v40n1a5_29-39.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Sandoval, C. M., Angulo, V. M. V. M., Gutiérrez, R., Muñoz, G., & Ferro, C. (1998). Especies de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) posibles vectores de leishmaniasis en la ciudad de Bucaramanga, Santander, Colombia. *Biomédica*, 2(18), 161–168. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v18i2.985>
- Sandoval, C. M., Gutiérrez, R., Cárdenas, R., & Ferro, C. (2006). Especies de género *Lutzomyia* (Psychodidae , Phlebotominae) en áreas de transmisión de leishmaniasis tegumentaria y visceral en el departamento de Santander , en la cordillera oriental de los Andes colombianos. *Biomédica*, 26(0120–4157), 218–227. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1515>
- Santamaria, 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(1), 82. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1503>
- Santini, M. S., Acosta, M. M., Utgés, M. E., Aldaz, M. E., & Salomón, O. D. (2018). Presence of *Lutzomyia longipalpis* and *Nyssomyia whitmani* in Entre Rios, Argentina. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 60, e55. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946201860055>
- Shimabukuro, P. H. F., De Andrade, A. J., & Galati, E. A. B. (2017). Checklist of American sand flies (Diptera, psychodidae, phlebotominae): Genera, species, and their distribution. *ZooKeys*, 2017(660), 67–106. <https://doi.org/10.3897/zookeys.660.10508>
- Spinelli, G. R., Rossi, G. C., & Rodríguez, E. A. (1999). Further notes on Phlebotominae from Argentina (Diptera: Psychodidae). *Revista de La Sociedad Entomologica Argentina*, 58(3–4). <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/32604>
- Szelag, E. A., Andrade Filho, J. D., Rosa, J. R., Parras, M. A., Stein, M., Quintana, M. G., & Salomon, O. D. (2016). Argentinian phlebotomine fauna, new records of Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) for the country and the province of Chaco. *Zootaxa*, 4139(3), 427–430. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4139.3.8>
- 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(3–4), 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.08.015>

Urango, H., & Hoyos López, R. (2022). Flebotómíneos (Psychodidae: Phlebotominae) en la zona periurbana de Montería (Córdoba-Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 25(3), 1–35. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.92751>

Valle Moreno, S., & Espinoza, P. (2006). *Fluctuación poblacional e impacto de la aplicación de dos piretroides contra vectores de leishmaniasis cutánea atípica en la localidad de Apompua, departamento de Chontales (1998-1999)*. Revista Nicaragüense de Entomología. <http://www.bio-nica.info/RevNicaEntomo/66-2006-Valle.pdf>

Valderrama C., A., Herrera, M., & Salazar, A. (2008). Relación entre la composición de especies del género de *Lutzomyia* França (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) y los diferentes tipos de bosques en Panamá. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(2), 67–78. <https://doi.org/10.21829/azm.2008.242704>

Vásquez Trujillo, A., Santamaría Herreño, E., González Reina, Angélica E. Buitrago Álvarez, L. S., Góngora Orjuela, A., & Cabrera Quintero, O. L. (2008). *Lutzomyia antunesi*, probable vector de leishmaniasis cutánea en el área rural de Villavicencio. *Revista de Salud Pública*, 10(4), 625–632. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642008000400012>

Vergara, D. (2008). *Primer informe de Lutzomyia yuilli Young & Porter, 1972 y Lutzomyia triramula (Fairchild & Hertig 1952) (Diptera: Psychodidae) en el departamento de Caldas, Colombia*. Biota Neotrop. 8(3): <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300022>

Vigoder, F. M., Souza, N. A., & Peixoto, A. A. (2011). Acoustic signals in the sand fly *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *intermedia* (Diptera: Psychodidae). *Parasites and Vectors*, 4(1), 2–5. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-76>

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), 1–7 e27721.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027721>

Vivero, J. R., Bejarano, E. E., Pérez-, A., Flórez, F., Estrada, L. G., Muskus, C., Caribe, C., & Lu, D. (2009). Hallazgo de *Lutzomyia Longipalpis* (Diptera: Psychodidae) , en los alrededores de la Ciudad de Sincelejo, Colombia. *Biota Neotropica* 9(4), 281–309. <https://www.redalyc.org/pdf/1991/199114284031.pdf>

Vivero, J. R., 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, 116. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0711-y>

Vivero, R. J., Bejarano, E. E., Castro, M., Vélez, A., Pérez, J. E., Pérez-Dorial, 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/doi.org/10.1590/S1676-06032010000200037>

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>

Vivero, R. J., Quintero, L. S., Peña, H. C., Alvar, J., Mira, A. V., Atencia, M., Tovar, C., Vélez, I. D., Caribe, C., Magdalena, D. De, Sucre, B., & Colecta, F. (2016). 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

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>

Ward; R.D.; A.L. Ribeiro; L. Ryan; A.L. Falcao & E.F. Rangel.D, R. (1985). *The distribution of two morphological forms of Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva) (Diptera: Psychodidae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 80(2), 145–148. <https://doi.org/10.1590/s0074->

02761985000200004

- Watts, P. C., Hamilton, J. G. C., Ward, R. D., Noyes, H. a, Souza, N. a, Kemp, S. J., Feliciangeli, M. D., Brazil, R., & Maingon, R. D. C. (2005). Male sex pheromones and the phylogeographic structure of the *Lutzomyia longipalpis* species complex (Diptera: Psychodidae) from Brazil and Venezuela. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 73(4). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16222018/>
- Werner, J. K., & Barreto, P. (1981). Leishmaniasis in Colombia, a review. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 30(4), 751-761. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1981.30.751>
- World Health Organization. Expert Committee on the Control of the Leishmaniasis. Meeting, & World Health Organization. (2010). *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*. Organización Mundial de la Salud. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/82766/WHO_TRS_949_spa.pdf;sequence=1
- Young, D.G . (1977). *A biosystematic Review of the Bloodsucking Psychodid Flies of Colombia (diptera: Phlebotominae and Sycoracinae)* [Tesis Doctoral, University of 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*. 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*. 54, 864. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA285737.pdf>
- Zambrano H, C P, Ayala Sotelo, M S, Fuya Oviedo, O P, Barraza, O C, & Rodríguez Toro, G. (2016). Cartagena: nuevo foco de leishmaniasis visceral urbana en Colombia. *Ciencia en Desarrollo*, 7(1), 83–91. <https://doi.org/10.19053/01217488.4234>
- Zimmerman, J.S., Newson, H.D., Hooper, G. R. & Christensen, H. A. (1977). A comparison of the egg surface structure of six anthropophilic phlebotomine sand flies (*Lutzomyia*) with the

scanning electron microscope (Diptera: Psychodidae). *Journal of medical entomology*, 13(00222585), 574–579. <https://doi.org/10.1093/jmedent/13.4-5.574>

Zuluaga, A. W., López, L. Y., Osorio, L., Salazar, L. F., González, M. C., Rios, C. M. ., & Escobar, J. P. (2012). Vigilancia 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/doi:> <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v32i3.668>

CAPÍTULO 2

Identificación Taxonómica y distribución de *Lutzomyia* spp., en el cañón del río Cauca.

2.1. Resumen

En este estudio se presenta una lista actualizada de especies de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) de algunos municipios que hacen parte del Proyecto Hidroeléctrico Ituango; cuyas obras se llevan a cabo en el río Cauca, en la zona llamada “El Cañón del Cauca” y está ubicado en el noroccidente del departamento de Antioquia. Además; se proporciona un nuevo registro sobre la distribución de las especies de flebotomíneos de importancia médica, con base en muestreos realizados y en la clasificación taxonómica de Young & Duncan y Galati.

En cuanto a resultados, se trabajó con las claves dicotómicas de Young (1979,1994) y Galati (2014), se registraron 38 especies en la zona de influencia de monitoreo presentes en 11 municipios (seis municipios de la subregión occidente y cinco en la subregión norte). A partir de los registros obtenidos puede plantearse que en la zona de monitoreo existen especies de Flebotomíneos que están implicados en la transmisión de la enfermedad de la Leishmaniasis, los cuales son *Lu.(Trl.) gomezi*, *Ny. yuilli*, *Lu.(Hel.) hartmanni*, *Pi.(Pif.) columbiana*, *Ps. panamensis* y *Ny. trapidoi*; además se confirmaron cuatro nuevos registros de especies en la región, lo que ampliaría su expansión geográfica para el departamento de Antioquia y el país, las especies son las siguientes: *Lu. (Hel.) sanguinaria* (Fairchild y Hertig, 1957), *Mg. (Mig.) migonei* (Franca, 1920), *Pi.(Pif.) spinicrassa* (Morales, Osorno-Mesa, Osorno y Hoyos, 1969) y *Pi.(Pif.) moralesi* (Young, 1979).

De igual manera, fueron colectadas cinco especies en cebo humano, lo que indica que poseen hábitos antropofílicos, estas especies son (*Lu. (Lut) lichyi*; *Lu.(Hel.)strictivilla*; *Mi.(Sau.) trinidadensis*; *Ev.(Ald.,) dubitans* y *Lu. (Hel.) cirrita*). Simultáneamente, se analizaron índices de diversidad para explicar el patrón de distribución de los flebotomíneos y se realizaron mapas de distribución potencial de especies utilizando Maxent 3.4.1, el cual permite generar mapas usando variables climáticas solamente de las especies que son consideradas de importancia epidemiológica debido a que han sido implicadas en la transmisión de la Leishmaniasis.

Palabras Clave

Flebotomíneos. Hidroeléctrica. Leishmaniasis. *Lutzomyia*, Psychodidae.

2.1.1. Abstract

This study presents an updated list of phlebotomine species (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) of some municipalities that are part of the Ituango Hydroelectric Project; whose works are carried out in the Cauca River, in the area called "el Cañón del Cauca" and is located in the northwest of the department of Antioquia. In addition, a new record is provided on the distribution of Phlebotomine species of medical importance, based on samplings carried out and on the taxonomic classification of Young & Duncan and Galati.

In terms of results, we worked with the dichotomous keys of Young (1979,1994) and Galati (2014), 38 species were recorded in the area of influence of monitoring present in 11 municipalities (six municipalities in the Western subregion and five in the Northern subregion). From the records obtained it can be posited that in the monitoring area there are species of Phlebotomines that are involved in the transmission of Leishmaniasis disease, which are *Lu.(Trl.) gomezi*, *Ny. yuilli*, *Lu.(Hel.) hartmanni*, *Pi.(Pif.) columbiana*, *Ps. panamensis* and *Ny. trapidoi*; in addition, four new species records were confirmed in the region, which would expand its geographical expansion for the department of Antioquia and the country, the species are the following: *Lu. (Hel.) sanguinaria* (Fairchild and Hertig, 1957), *Mg. (Mig.) migonei* (Franca, 1920), *Pi.(Pif.) spinicrassa* (Morales, Osorno-Mesa, Osorno and Hoyos, 1969) and *Pi.(Pif.) moralesi* (Young, 1979).

Similarly, five species were collected on human bait, indicating that they have anthropophilic habits, these species are (*Lu. (Lut.) lichyi*; *Lu.(Hel.)strictivilla*; *Mi. (Sau.) trinidadensis*; *Ev. (Ald.,)*

dubitans and *Lu. (Hel.)cirrita*). Simultaneously, diversity indices were analyzed to explain the distribution pattern of phlebotomine sandflies and potential distribution maps of species were made using Maxent 3.4.1, which allows the generation of maps using climatic variables only of the species that are considered of epidemiological importance because they have been implicated in the transmission of Leishmaniasis.

Keywords

Phlebotomine. Hidroelectric. Leishmaniasis. *Lutzomyia.*, Psychodidae

2.2. Introducción

El río Cauca es el segundo río más importante del país; a lo largo de su trayecto en departamento de Antioquia se ejecuta el Proyecto Hidroeléctrico Ituango, el cual está ubicado entre las cordilleras Central y Occidental del país. Este río es de gran importancia económica ya que constituye el centro de diversas actividades como son las zonas de cultivo de caña de azúcar y de café; además de generar electricidad y permitir la explotación minera y agrícola.

En el presente estudio se elabora una lista de las especies de flebotomíneos en municipios donde se ejecuta el Proyecto Hidroeléctrico Ituango y se proporciona un nuevo registro sobre la distribución de las especies de importancia médica con base en muestreos realizados periódicamente. Adicionalmente, se revisa el estado actual del conocimiento sobre la taxonomía morfológica disponible en la literatura para estas especies.

El estudio e inició desde octubre de 2012 hasta octubre de 2020 en 87 sitios de muestreo ubicados entre los 120 y 1741 m.s.n.m; la recolección de ejemplares se llevó a cabo durante una o dos noches en cada lugar.

Para este muestreo se utilizaron diferentes trampas y horas de monitoreo: trampa de luz CDC entre las 18:00 y 06:00 horas. Trampa de luz Shannon entre las 18:00 y 21:00 horas, cebo humano protegido (camisa de manga larga y pantalón largo) entre las 18:00 y 21:00 horas cada tres meses.

Para la captura en cebo humano, dos personas pertenecientes al grupo de trabajo del componente de entomología y que portaban la protección adecuada, esperaron a la llegada de

los insectos, los cuales fueron recolectados con aspirador bucal y con ayuda de una linterna, es importante aclarar que en ningún momento se emplearon personas de la comunidad para la recolección de insectos, pero se contó con el apoyo y la presencia de ellas en algunos casos.

En total fueron identificados 7.545 especímenes del género *Lutzomyia*, los cuales fueron identificados en la Facultad de Salud Pública, en el laboratorio de Entomología mediante claves dicotómicas de Young (1979). Parte de este material se montó en láminas y fue almacenado.

Se encontró que de las 155 especies que están registradas en Colombia, en Antioquia hay reportadas 59 especies, de las cuales 38 fueron encontradas en la zona de influencia de monitoreo. Además; las especies recolectadas están distribuidas en todos los municipios que hacen parte de la zona de estudio y su presencia fue constante durante cada año.

En cuanto al registro de estas especies, puede plantearse que *Lu. (Hel.) sanguinaria* (Fairchild y Hertig, 1957), *Mg. (Mig.) migonei* (Franca, 1920), *Pi.(Pif.) spinicrassa* (Morales, Osorno-Mesa, Osorno y Hoyos, 1969) y *Pi.(Pif.) moralesi* (Young, 1979); serían registros nuevos para el departamento de Antioquia, lo que ampliaría su expansión geográfica en el país.

En la zona de monitoreo se registró la presencia de cinco especies de *Lutzomyia*, las cuales están implicadas en la transmisión de Leishmaniasis en la zona donde se desarrolla la obra y en los municipios aledaños. Las cinco especies son *Lu. (Trl.) gomezi*, *Lu. (Hel.) hartmanni* y *Ps. panamensis* son portadoras de los parásitos *Le. (V.) colombiensis* y *Le. (V.) panamensis*. Además, las especies de *Ny. trapidoi* y *Ny. yuilli* están incriminadas como portadoras de *Le. (V.) panamensis*.

2.3 Generalidades sobre los flebotomíneos

La taxonomía de los flebotomíneos, ha sido controversial ya que algunos especímenes han sido identificados a través de paratipos y no propiamente de holotipos; lo que ha generado una confusión al momento de trabajar su identificación, sumado a esto, se conoce que para algunas especies hay claves solamente para un sexo determinado y no para el sexo complementario.

2.3.1 Conocimiento y distribución de los flebotomíneos

Los flebotomíneos son un grupo compuesto aproximadamente por 1000 especies distribuidas en seis géneros. En cuanto a biogeografía, se asocian 430 especies al Viejo Mundo, las cuales están distribuidas en tres géneros: *Phlebotomus* (Rondani & Bertd), con 13 subgéneros, *Sergentomyia* (França & Parrot), con 10 subgéneros y *Chinius* Leng con 4 especies. Para el nuevo mundo se tienen 530 especies distribuidas en cuatro géneros: *Lutzomyia* (França & Parrot) con 26 subgéneros y grupos, *Brumptomyia* (França & Parrot) con 24 especies y *Warileya* (Hertig) con 6 especies y por último el género *Hertigia* con una especie (Young & Duncan, 1994. Shimabukuro et al., 2017.WRBU, [http:// wrbu.si.edu/](http://wrbu.si.edu/)).

Los reportes de registros fósiles de flebotomíneos corresponden al período del Cretácico Inferior (120-135 millones de años) y corresponden a fósiles de géneros ya extintos (*Phlebotomiella*, *Phlebotomites*, *Mesophlebotomites* y *Libano Phlebotomus*), este último encontrado en el Líbano (Andrade Filho & Brazil, 2003). También se tiene registro de las especies *P. longifilis* y *P. brevifilis* como las más antiguas (Dujardin et al., 1999). En cuanto al Nuevo mundo, igualmente se han encontrado fósiles principalmente en Centro América, que datan de períodos más recientes como el Oligoceno/Mioceno (26 millones de años), donde se han descrito fósiles correspondientes al subgénero *Micropygomyia*.

De acuerdo con lo anterior, la primera evidencia fósil que existe acerca de que los flebotomíneos neotropicales eran portadores de protozoos tripanosomátidos, proviene del terciario medio (20 a 30 millones de años), se conoce además que por medio de estudios realizados en fósiles de especies extintas tales como *Lu. Adiketis*, se encontró la presencia del tripanosoma *Paleoleishmania neotropicum* sp .(Poinar, 2008), lo que permitió establecer la interacción entre los insectos y el vector de estos protozoos.

En América se han reportado los géneros *Brumptomyia*, *Warileya*, *Hertigia* y *Lutzomyia*. El género *Brumptomyia* lo conforman entre 22 a 26 especies, que se distribuyen desde México hasta Argentina. Estas especies están asociadas con ecosistemas conservados (D.G Young & Fairchild, 1974. Shimabukuro, De Andrade, & Galati, 2017, May-Uc et al., 2011), de las cuales en Colombia se registran ocho especies (Bejarano.E.E, 2006a).

El género *Warileya* está conformado de seis a ocho especies distribuidas desde Costa Rica hasta Bolivia (D.G Young & Fairchild, 1974. Shimabukuro et al., 2017), de las cuales solo hay dos registros en nuestro país (Bejarano. E.E., 2006a) y el género *Hertigia* solo está registrado para Costa Rica y Panamá con la especie *Hertigia hertigi* (Lewis, D.J.; et al, 1977. Shimabukuro et al., 2017). En las especies de estos tres géneros no hay hembras hematófagas por lo que no hay implicación alguna en la transmisión de agentes patógenos que afecten al humano, aunque en el año 2015 reportaron infectada naturalmente a *Warileya rotundipennis*, en el departamento de Risaralda (Mabel Moerno et al, 2015). Por el contrario, en el género *Lutzomyia* se ubican todas las especies hematófagas y de interés en salud pública.

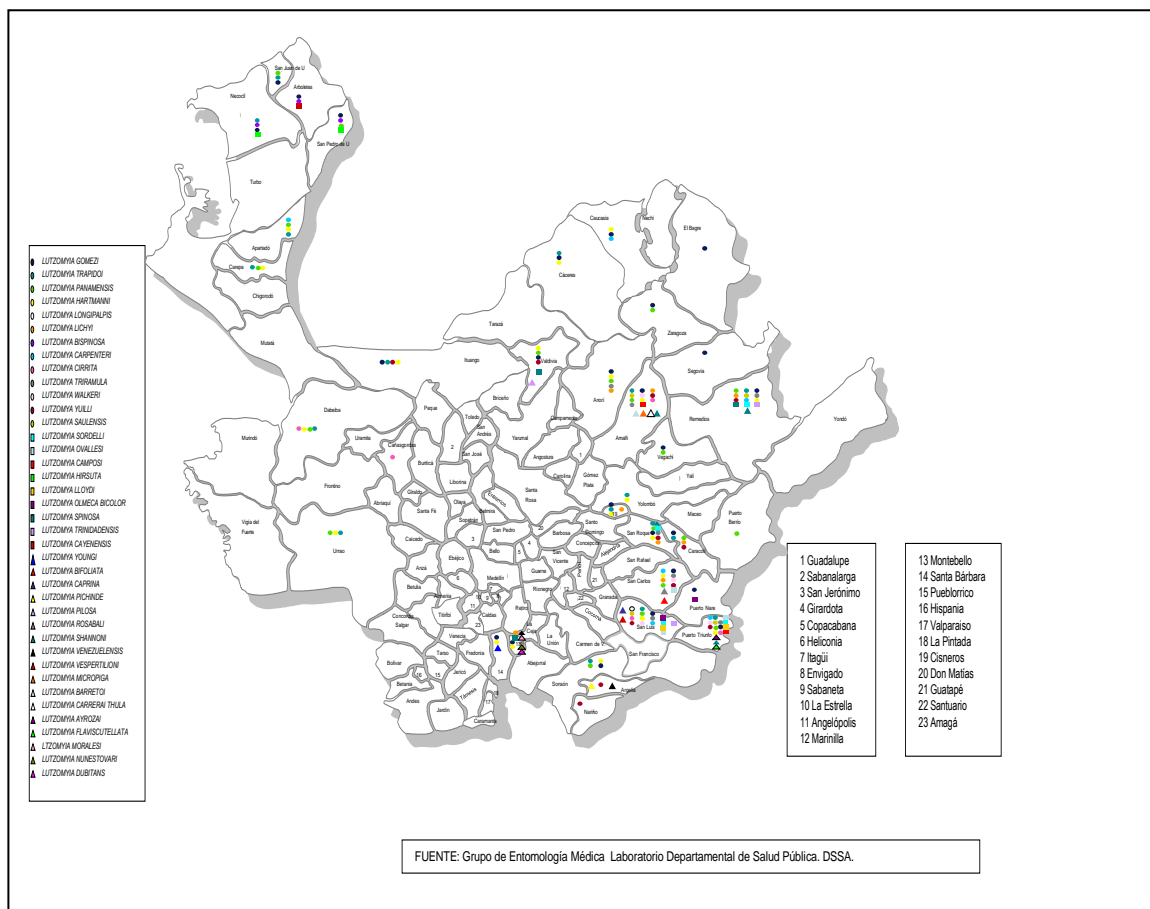
En Colombia, Young describió taxonómicamente 101 especies, 39 para Antioquia (D. Young, 1977). Bejarano en 2006, actualizó la lista de Psychodidae en Colombia, reconociendo en los tres géneros de la subfamilia Flebotominae, un total de 150 especies distribuidas en *Warileya* (2 especies), *Brumptomyia* (8 especies) y *Lutzomyia* (140 especies), describiendo para Antioquia 32 especies.

En trabajos realizados en la Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia (SSSA) se tiene un registro de 37 especies para el departamento (figura 2).

En algunos municipios del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, se han llevado a cabo estudios por parte del DSSA-LDSP mediante el programa de Prevención y Control de ETV y el PECET. El objetivo del primer grupo fue la creación de un inventario de insectos de importancia médica, elaborando una infografía en el año 1998 (figura 3), la cual se enfocó en la presencia del género *Lutzomyia*. Además; se reportó la presencia del género *Lutzomyia* solamente en dos municipios que hacen parte de la zona, los cuales son Ituango donde se registró *Lu. gomezi*, *Lu. hartmanni*, *Lu. panamensis* y *Lu. trapidoi*, y Valdivia donde se registró *Lu. gomezi*, *Lu. panamensis*, *Lu. hartmanni* y *Lu. yuilli* (Dirección Seccional de Salud de Antioquia, 1998-2008).

El segundo grupo conformado por el PECET solamente realizó un estudio en el municipio de Valdivia, en el corregimiento de Puerto Valdivia y en Santa Fe de Antioquia. De acuerdo con lo anterior, en Puerto Valdivia se reportó la presencia de 13 especies del género *Lutzomyia*, cinco de las cuales son de importancia médica (*Lu. trapidoi*, *Lu. gomezi*, *Lu. yuilli*, *Lu. panamensis* y *Lu. hartmanni*). Las demás especies fueron *Lu. ayrozai*, *Lu. camposi*, *Lu. olmeca bicolor*, *Lu. triramula*, *Lu. micropyga*, *Lu. vesperilionis*, *Lu. shannoni*, *Lu. saulensis*. (Posada López et al., 2014). Por su lado, en el municipio de Santa Fe de Antioquia se registraron seis especies (*Lu. cayenensis*, *Lu. gomezi*, *Lu. trinidadensis*, *Lu. micropyga*, *Lu. lichy* y *Lu. dubitans*), (Hoyos López, et al, 2013).

Figura 2. Distribución de *Lutzomyia* spp., para el departamento de Antioquia. Fuente suministrada por la DSSA-LDSP. Año 1998.



2.3.2. Taxonomía de los flebotomíneos.

El primer registro taxonómico que se tiene sobre este grupo de insectos proviene de 1786 por Scopoli, quien describió la especie de *Phlebotomus papatasi* (*Bibio papatasi*). En 1851 Walker consideró los *Phlebotomus* una familia, en 1911 Newstead realizó el primer estudio sistemático de *Phlebotomus* y en el año 1920 Franca al incluir *Phlebotomus longipalpis*, propuso la primera división entre las especies de *Phlebotomus* del viejo y del nuevo mundo (Akhoundi et al., 2016).

En 1973 se registró el primer trabajo taxonómico y epidemiológico sobre *Phlebotomus* del continente americano por Forattini (Forattini, 1973) y luego Forattini y Lewis en 1977 publicaron la clasificación de propuesta en cinco géneros (Lewis, et al, 1977). En 1979 David G., Young realizó la primera revisión de Psychodidos para Colombia y en 1994 apareció una segunda clasificación taxonómica propuesta por Young y Duncan, proponiendo cinco géneros: *Warileya*, *Brumptomyia*, *Phlebotomus*, *Sergentomyia* y *Lutzomyia*, de los cuales, el último es el único de importancia médica en América. Este se subdivide en 15 sub géneros y 400 especies, 11 grupos de especies y algunas especies no agrupadas (D. G. Young & Duncan, 1994).

Galatti propuso en 1995 una nueva clasificación para la subfamilia Phlebotominae, dividiéndola en dos tribus: Hertigiini y Phlebotomini. La primera la dividió a su vez en dos subtribus: Hertigiini para América e Idiophlebotomina para el Viejo Mundo y la región australiana. Por otro lado, Phlebotomini la dividió en Phlebotomina, Australophlebotomina, Brumptomyiina, Sergentomyiina, Lutzomyiina y Psychodopygina; estando las especies americanas distribuidas entre las cuatro últimas.

Posteriormente, en 2015 Galati propuso una tercera clasificación en la que consideró 88 caracteres morfológicos y clasificó a la subfamilia Phlebotominae en dos tribus Hertigiini y Phlebotomini. La tribu Phlebotomini tiene distribución mundial y es de importancia médica porque contiene varias especies que son vectores de distintas enfermedades y a la vez se divide en seis subtribus: Phlebotomina, Australophlebotomina, Brumptomyiina, Sergentomyiina, Lutzomyiina y Psychodopygina y ésta última subtribu se clasifica a su vez en géneros, subgéneros, series y grupos de especies (Galati, 2015)

La importancia de las hembras hematófagas de *Lutzomyia* que transmiten la Leishmaniasis radica en que son dípteros hematófagos que pertenecen a la clase Insecta, orden Diptera, familia Psychodidae, subfamilia Phlebotominae. (OPS, 2019).

2.3.4. Biología y ecología

Las especies del género *Lutzomyia* son insectos aproximadamente de 1.2-3.7 mm de longitud y poseen una apariencia hirsuta, de patas largas y alas lanceoladas; el cuerpo se compone de cabeza, tórax y abdomen. La cabeza se caracteriza por tener ojos grandes y redondos, con antenas filiformes que poseen 16 segmentos con setas ampliamente esparcidas y apéndices bucales que forman una probóscide que consiste de un labrum, mandíbulas, hypofaringe y maxilas.

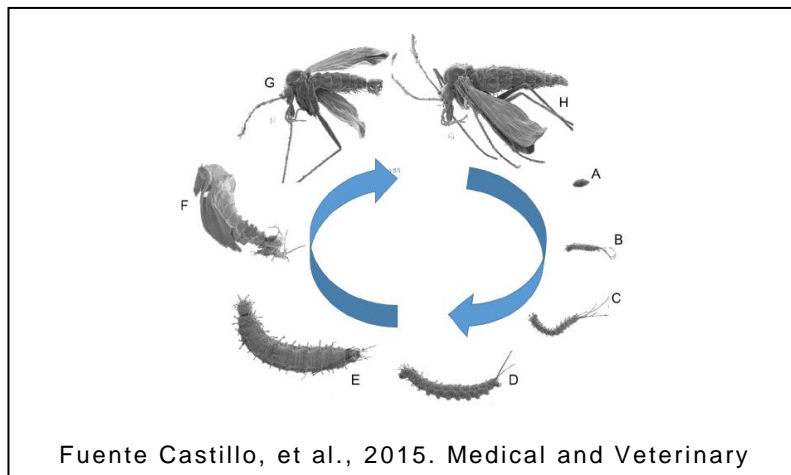
En cuanto al tórax es algo robusto con una pigmentación que sirve como aporte taxonómico, este se divide en tres segmentos: el protórax, el mesotórax donde están las alas y el metatórax. Cada uno de estos segmentos está asociado a un par de patas, las que a su vez son lanceoladas, relativamente grandes y setosas. El abdomen cilíndrico, con diez segmentos se caracteriza por que el primer tergito abdominal posee grandes pelos los cuales pueden estar ausentes en los tergitos abdominales 2-7 y en el 9 y el 10 están modificados, lo que da como resultado dimorfismo sexual entre machos y hembras. En el macho se destaca una genitalia, la cual es fuerte y capaz de sujetar a la hembra durante la fecundación para depositar su semen en la espermateca de ésta. Los últimos segmentos abdominales en la hembra constituyen dos lóbulos laterales y dos cerci (Young & Duncan, 1994. Galati, et al , 2017).

Por otro lado, el apareamiento se produce 24 horas después de eclosionar la pupa. En los machos éste es el tiempo promedio que tarda en girar 180° y posesionarse correctamente la genitalia y en las hembras la madurez se alcanza cuando esta ingiere sangre. El apareamiento puede realizarse antes (cortejo prematuro), después de la alimentación o en el momento que la hembra ingiere sangre de un huésped (D. G. Young & Duncan, 1994); suele ocurrir sobre el huésped, sobre las bases de los árboles, entre otros sitios, donde los machos buscan a las hembras para ser inseminadas y fertilizadas, se atraen por la acción de las feromonas sexuales y por las diferentes frecuencias de batido de las alas que generan señales acústicas (Vigoder et al., 2011). Los machos son exclusivamente fitófagos y las hembras son hematófagas (Bruce et al, 2000).

El ciclo de vida incluye varias fases iniciando con la fase de huevo, cuatro estadios larvales, pupa y adulto (Molina, 1994). Los huevos son ovalados de 0.350 mm de largo por 0.100 mm de ancho, con superficie escamosa, (Zimmerman, et al, 1977). Las hembras no ponen los huevos

indiscriminadamente, más bien, ellas los colocan en lugares propicios para su desarrollo. La postura se realiza en áreas sombreadas con elevada humedad relativa, temperatura constante, con suelos arenosos ricos en materia orgánica, que permiten alimentar las larvas cuando eclosionan (Dougherty et al., 1992) y en cada postura se depositan de 50 a 100 huevos. Entre sus sitios preferidos podemos mencionar madrigueras, huecos de árboles viejos, vertederos, alcantarillas sin agua, solares abandonados y otros. La larva de primer estadio eclosiona una semana después gracias a un espolón que tienen en su cabeza con el cual abre el corion (Ward; R.D.; et al, 1985. Watts et al., 2005). A partir de aquí se presentan cuatro etapas larvales adicionales mediante mudas sucesivas, alcanzando la forma de pupa a la tercera semana en cuyo interior se vislumbra el adulto (Lane & Ward. 1984) (figura 3).

Figura 3. Ciclo de vida de *Lu. Cruciata*, A) huevo; B-E) larva I-IV; F) pupa; G) macho; H) hembra.



Los Phlebotominae son de condición terrestre y arbórea, suelen reposar en los huecos de los árboles, cuevas, termiteros, madrigueras de roedores y de otros animales, grietas, oquedades de rocas o en la corteza de ciertos árboles. Estas son áreas que mantienen la humedad favorable y las protegen de la luz y del viento. Estos insectos son activos en la noche durante el crepúsculo y en días oscuros, siempre y cuando no haya viento. Su vuelo es lento, silencioso, interrumpido y de un alcance limitado, es muy particular, a manera de brincos o saltos y mantiene un vuelo bajo. De acuerdo con lo anterior, estudios realizados en Francia en túnel de viento con la especie de *Phlebotomus ariasi*, se sugiere que su máxima velocidad es menor a 1 m/s (Killick-Kendrick, et al, 1986).

No suelen alejarse de sus lugares de reposo, superando en muy raras ocasiones rangos de entre 100-300 metros (Maroli et al., 2013), aunque en Europa hay registros que indican que pueden alcanzar distancias de 1.5 hasta 2 km de vuelo asistido por el viento en trabajos de recaptura en campo con las *Phlebotomus apapátosi* y *Phlebotomus ariasi* respectivamente (Killick-Kendrick et al, 1986; WHO, 2010). Este estudio contrasta con los estudios realizados en los bosques tropicales donde se estima que el vuelo asistido por el viento no supera 1 km de distancia (WHO, 2010).

Las hembras son ávidas picadoras y telmofagas y ciertas especies tienen una atracción especial por animales de sangre caliente, otras prefieren alimentarse de animales de sangre fría como algunas especies que pertenecen al grupo oswaldoi y otras del Subgénero *Helcocyrromyia*, (Young & Duncan, 1994). Se registró que estas pueden ingerir entre 0.1 a 0.6 mg de sangre y pueden presentar comportamientos endofágicos y exofágicos, algunas especies del género *Lutzomyia* tienen un fototropismo positivo, por lo que son atraídos por la luz en áreas rurales y a veces penetran en las habitaciones humanas, gallineros, establos y otros recintos; sumado a esto, la ovoposición puede darse al cuarto día de la ingesta de sangre con un promedio de 20 a 70 huevos por postura y a diferencia de las hembras, los machos subsisten únicamente de jugos de plantas (dos Santos, 2014).

En estudios recientes se ha demostrado que las *Lutzomyia* que son portadoras de *Leishmania* alteran su conducta de picadura, induciéndolas a realizar un mayor número de picaduras a múltiples hospederos en comparación con moscas no infectadas (Bates et al., 2015).

El estado adulto ha sido muy bien descrito en su estructura externa y en su anatomía interna (D. G. Young & Duncan, 1994., Eunicie Aparecida Bianchi Galati, 2009). La base de la identificación taxonómica en flebotomíneos está en los caracteres del estado adulto, asociados a la cabeza (figura 4) (palpómeros, flagelómeros, ascoides y cibario), tórax y alas (figura 5) (longitud de venas alares, posición de venas alares, longitud y espinas de fémur, quetotaxia y setas en pleuritos) y abdomen (figura 6) (genitalia masculina y femenina) (D. G. Young & Duncan, 1994., Galati, 2014).

La determinación taxonómica de especies de flebotomíneos es una labor indispensable tanto para estudios biológicos y bionómicos, así como de control vectorial de la Leishmaniasis.

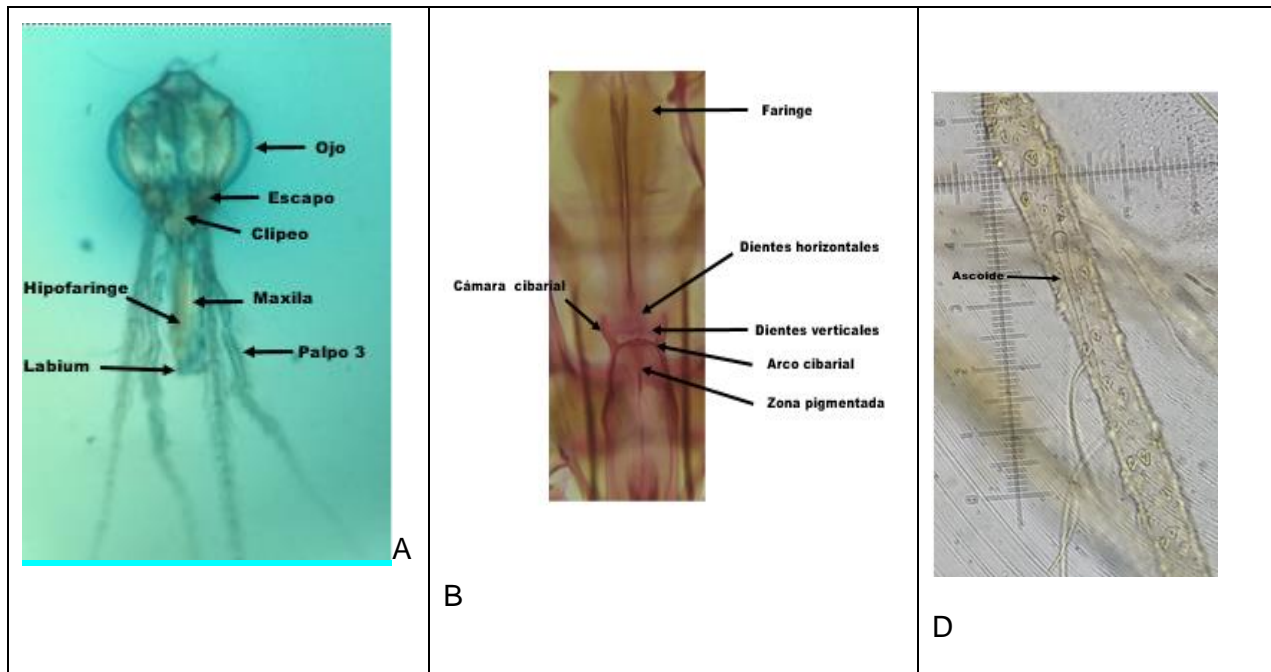
2.3.4.1. Cabeza

En la cabeza encontramos caracteres importantes como la sutura inter-ocular (sio) característica en algunas especies, que puede ser incompleta (*Lutzomyia*) o completa (*Brumptomyia* y *Warileya*) (Figura 4 A).

Otro carácter morfológico es el palpo maxilar; se encuentra dividido por cinco segmentos, estando parcialmente fusionados el primero y segundo; la longitud y relación métrica entre palpos (palpo V) está relacionada con la separación de grupos y subgéneros (fórmulas pálpales pueden ayudar a identificar especies). Las antenas están compuestas por el escapo (es), el pedicelo (pd) y 14 flagelómeros (AIII - AIX), revistiendo especial interés los ascoides del flagelómero II en cuanto a longitud y disposición (figura 4D), también la presencia de cerda caduca (cc) y cerdas simples (cs). La probóscide está compuesta por labroepifaringe, hipofaringe y labio, en la parte distal de esta última, aparecen las labelas y suturas longitudinales mediales que originan la división labial que en algunos grupos de especies pueden o no unirse.

En la parte posterior de la cabeza se observa la faringe (figura 4B), en su parte superior pueden estar presentes estrías (af) o espinas, denominándose faringe armada o desarmada. La faringe se conecta al cibario (c) que presenta dientes horizontales (dh), dientes laterales (dl) y dientes verticales (dv) cuyo número, disposición y forma son característicos y diagnósticos de cada especie (figura 4C); otros caracteres importantes en el cibario son la presencia de áreas pigmentadas (ap) y un arco cibarial (ac) que puede estar completo, incompleto o ausente (Figura4C) (Young & Duncan, 1994;Galati, 2009) .

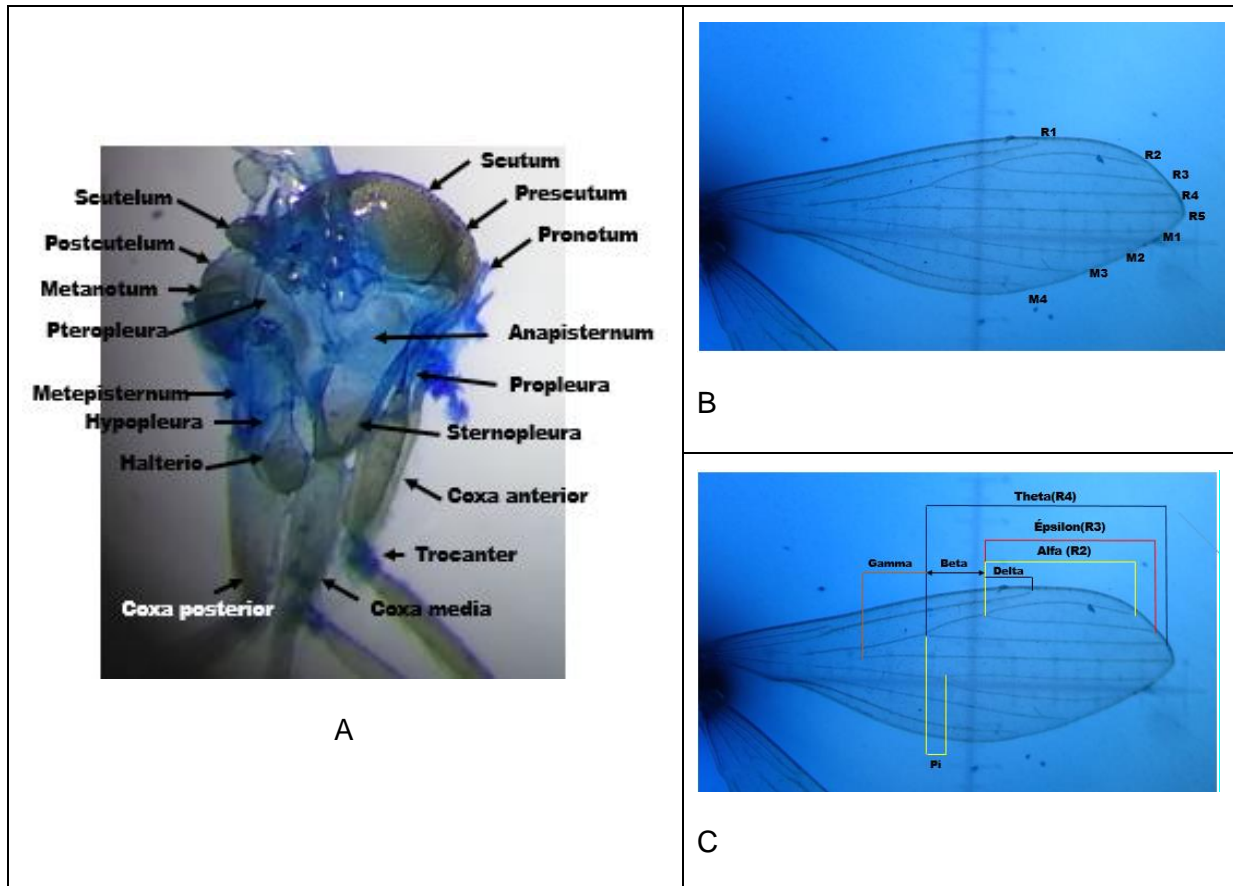
Figura 4. Caracteres taxonómicos de flebotomíneos. cabeza (Fig A), cibario (Fig B), faringe (Fig C), y ascoides (Fig D).



2.3.4.2. Tórax y alas

Está conformado por pronoto, mesonoto y metanoto, al igual que en otras familias del orden Díptera, estos segmentos pueden dividirse en pleuritos por el paso de una sutura longitudinal en episterno, epímero y mesotórax, para la determinación de especies son útiles la presencia y número de cerdas presentes en esta estructura (figura 5A). En cuanto a la determinación de especies, las alas que están ubicadas en el tórax son de especial interés, principalmente la venación particularmente la disposición de las venas radiales (M1, M2, M3, M4, R1, R2, R3, R4, R5, y cur1) (figura 5B) y la longitud de segmentos Alpha (α), Beta (β), gama (γ), Epsilon (δ) y Theta (π) (figura 7C) (Young & Duncan, 1994. Galati, 2009)

Figura 5. Tórax (Fig A) y alas (Fig B venación) (Fig C nombres de longitud interna de venas).



2.3.4.3. Abdomen

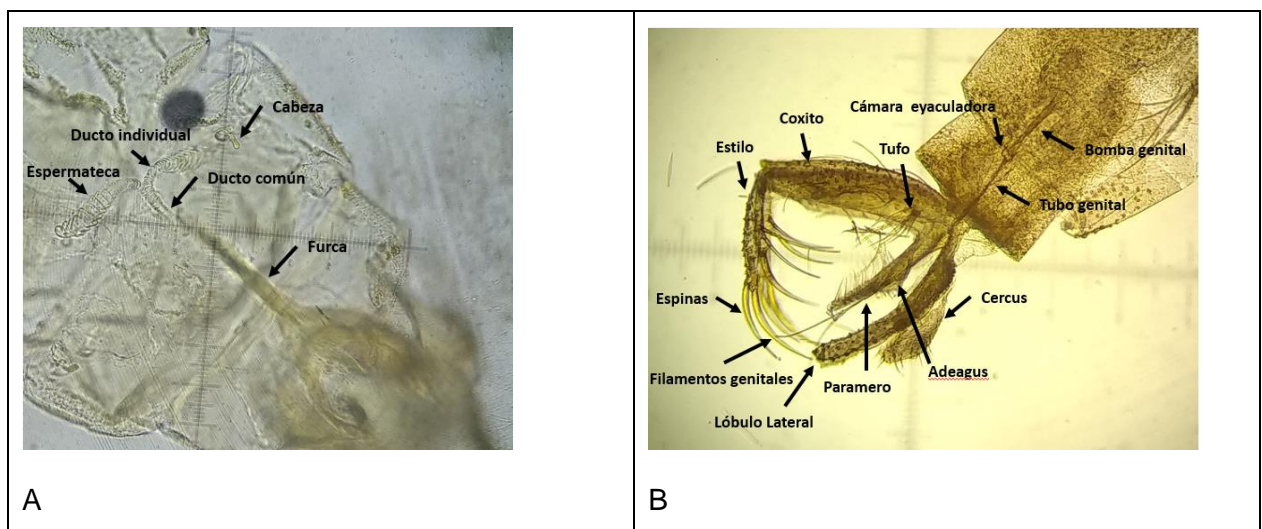
Formado por diez segmentos, los tres últimos modificados en la genitalia, la cual es diferencial entre hembras y machos (figura 6A). La genitalia femenina está conformada por un par de espermatecas, presentando estructuras en forma de saco que se conectan por medio de ductos individuales a un ducto común y una estructura fuertemente esclerotizada conocida como furca genital (figura 6B y C). La morfología y longitud de las espermatecas son de importancia taxonómica a nivel de especie y algunas características permiten las agrupaciones en

subgéneros y grupos. La longitud, segmentación y relación de los ductos individuales con respecto al ducto común son de relevancia en la separación.

La genitalia masculina está compuesta externamente por gonocoxito (que varía en cuanto a forma y presencia de tufos de setas); gonoestilo que soporta un número variable de espinas accesorias (figura 6B). Los parámetros, pueden tener un patrón de inserción de setas, presentar tubérculos o espinas.

Otras estructuras que proporcionan caracteres taxonómicos son los lóbulos laterales y los cercos que varían en cuanto a longitud y forma. La genitalia masculina en cuanto a su anatomía interna, presenta una bomba eyaculadora y unos filamentos genitales de forma y tamaño accesorias (figura 6B).

Figura 6. Abdomen (Fig A), genitalia femenina (Fig B) y genitalia masculina (F).



2.4. Resultados

2.4.1 Material identificado en laboratorio

En la zona de muestreo fueron identificados 7.545 especímenes, de los cuales 33 especies corresponden al género *Lutzomyia* (Franca, 1924). Con esta información se elaboró un mapa de presencia y ausencia (figura 7).

2.4.2. Presencia y ausencia

En la zona de muestreo fueron identificados 7.574 especímenes, de los cuales 33 corresponden a especies del género *Lutzomyia* (Franca, 1924). Se construye un mapa de presencia y ausencia (figura 7) donde se puede ver que la especie que más se registra en la zona es *Lu.(Tri) gomezi*, (color rojo en la figura 7).

2.4.3. Abundancia relativa

En la tabla 4 se presenta la relación entre municipio, especie y tipo de trampa donde se muestra la abundancia relativa según las capturas realizadas. Podemos observar que para la Subregión norte el reporte es de 68.13% y el 30.30% para los municipios de la región Occidente. Las capturas fueron registradas según el tipo de trampa: en cebo humano fue de 23.58% para los municipios de la región norte mientras que para el occidente es de 10.04%, en cuanto a trampa de luz tipo CDC el porcentaje es de 19.14% región norte y 10.69% para la región occidente y para Shannon es de 12.25% en la subregión norte y 3.86% en los municipios de occidente. Por último, para capturas en reposo es de 9.25% en el norte y 3.86% en la región occidente.

Figura 7. Especies de *Lutzomyia* en la zona de captura por subregión.

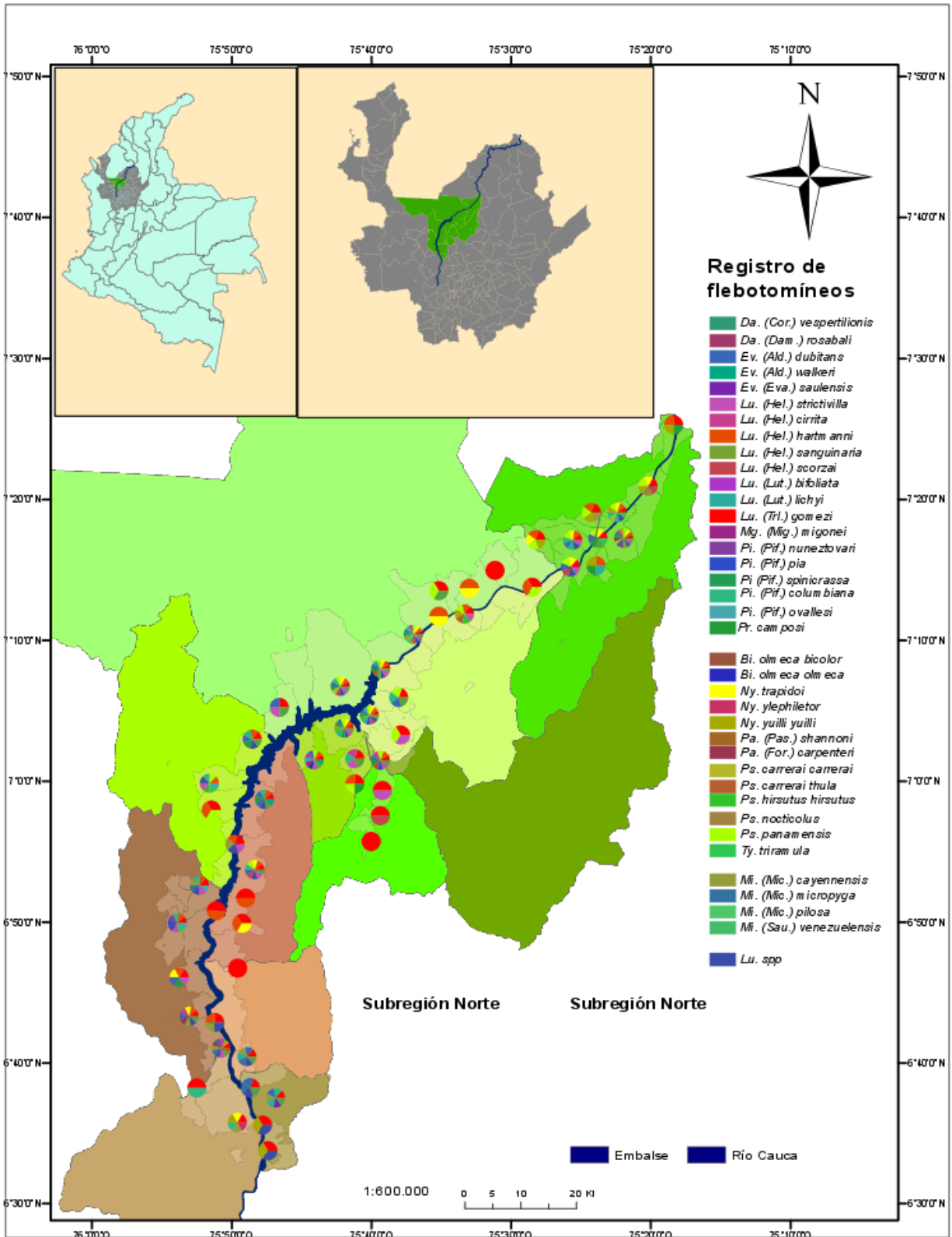


Tabla 4. Abundancia según tipo de trampa en subregión norte y occidente.

Subregión	CDC	Cebo humano	Reposo	Shannon	Total
Norte	19,14	23,58	9,25	12,25	68,13
Occidente	10,69	10,04	5,7	3,86	30,3

En la tabla N° 5, se muestran las especies que tienen la abundancia relativa más alta para la subregión norte, siendo *Lu.(Tri.) gomezi*, ($\pi=0,52$) la especie más abundante seguida de *Ps. panamensis* ($\pi= 0,16$), *Lu.(Hel.) hartmanni* ($\pi=0.10$) y por último *Ny. trapidoi* ($\pi=0,08$).

Según los resultados obtenidos, se observa una baja diversidad de especies ya que el índice de diversidad de Shannon fue de $H=1.669$ y se observa una alta diversidad según el índice de diversidad de Simpson $1-D=0.689$. La figura N°11 es la representación de la Tabla N°10 y se asigna color rojo a las especies de *Lutzomyia* que según la literatura han estado implicadas en la transmisión de Leishmaniasis.

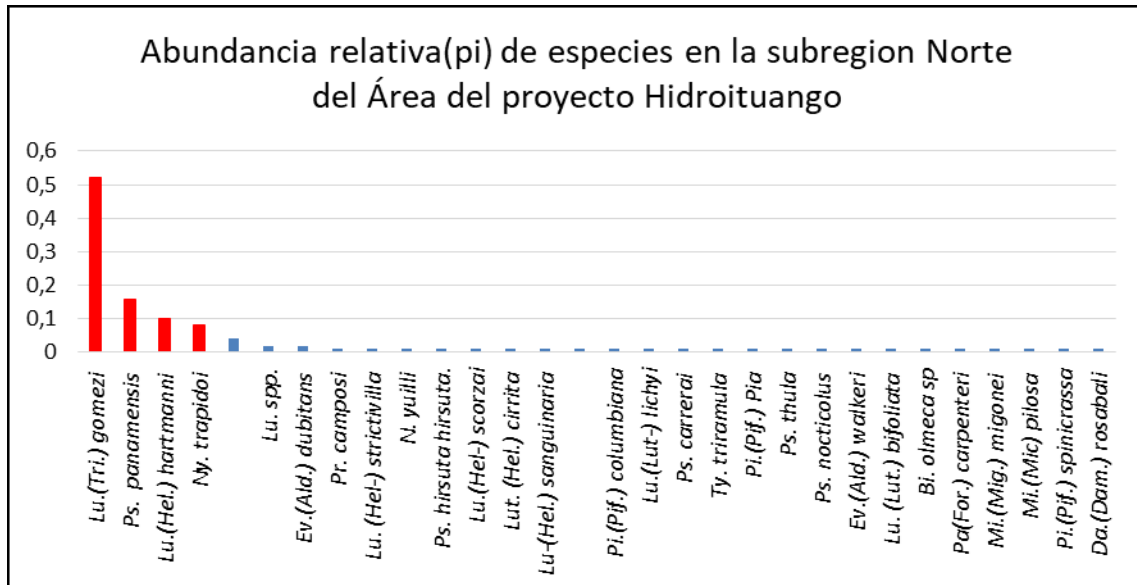
Tabla 5 Abundancia relativa de especies colectadas en subregión norte

Especie	Número de individuos (ni)	Abundancia relativa(π)
<i>Lu .(Tri.) gomezi</i>	2553	0,52
<i>Ps. panamensis</i>	800	0,16
<i>Lu.(Hel.) hartmanni</i>	507	0,1
<i>Ny. trapidoi</i>	391	0,08
<i>Mi. (Sau.) trinidadensis</i>	201	0,04
<i>Lu. spp.</i>	111	0,02
<i>Ev. (Ald.) dubitans</i>	75	0,02
<i>Pr. camposi</i>	70	0,01
<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	64	0,01
<i>N. yuilli</i>	63	0,01

<i>Ps. hirsuta hirsuta.</i>	32	0,01
<i>Lu.(Hel.) scorzai</i>	23	0
<i>Lut. (Hel.) cirrita</i>	13	0
<i>Lu.(Hel.) sanguinaria</i>	8	0
<i>Mi.(Micr.) cayennensis</i>	8	0
<i>Pi.(Pif.) columbiana</i>	8	0
<i>Lu.(Lut.) lichyi</i>	7	0
<i>Ps. carrerai</i>	5	0
<i>Ty. triramula</i>	3	0
<i>Pi.(Pif.) pia</i>	3	0
<i>Ps. thula</i>	2	0
<i>Ps. nocticolus</i>	2	0
<i>Ev.(Ald.) walkeri</i>	1	0
<i>Lu. (Lut.) bifoliata</i>	1	0
<i>Bi. olmeca sp</i>	1	0
<i>Pa(For.) carpenteri</i>	1	0
<i>Mi.(Mig.) migonei</i>	1	0
<i>Mi.(Mic) pilosa</i>	1	0
<i>Pi.(Pif.) spinicrassa</i>	1	0
<i>Da.(Dam.) rosabali</i>	1	0
TOTAL	4957	1

De acuerdo con la figura 8 y según el índice de abundancia relativa para la subregión norte, las cuatro especies de mayor abundancia son las especies que están implicadas en la transmisión de Leishmaniasis (barras en rojo). De acuerdo con esto, *Lu. (Trl.) gomezi*, *Ps. panamensis* y *Ny.trapidoi* están implicadas como portadoras de *L. panamensis* (D. Young & Duncan, 1994) y la especie *Lu (Hel.) hartmanni* es portadora de *L. colombiensis* (Kreutzer et al., 1991, D. Young & Duncan, 1994).

Figura 8. Abundancia relativa (pi) de especies en la subregión norte.



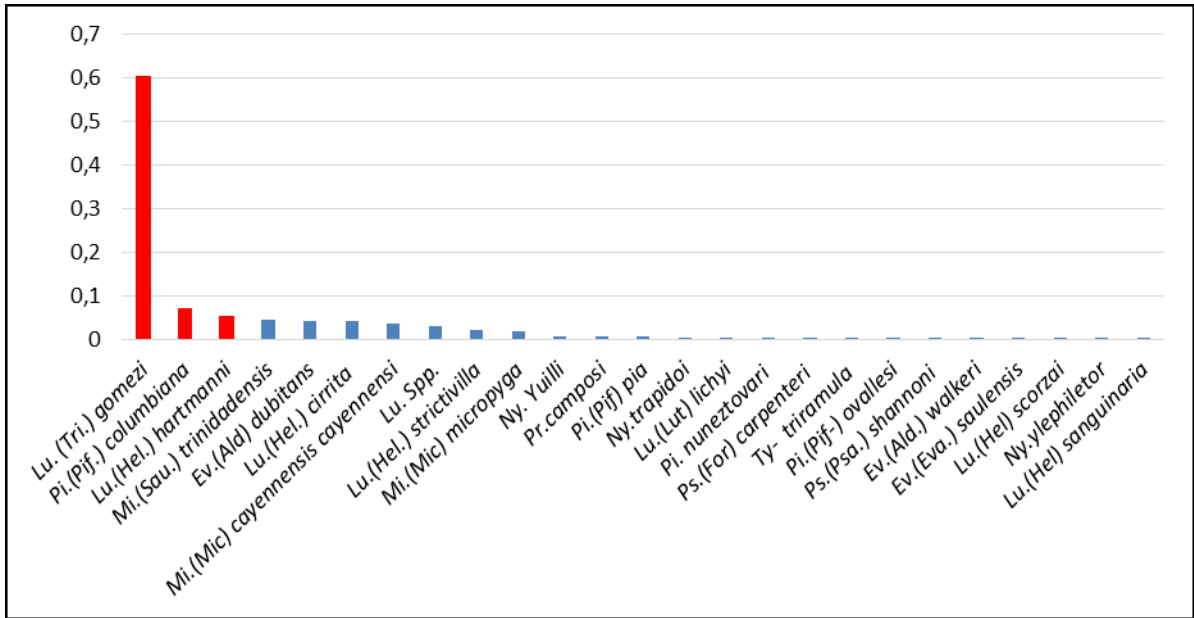
En la tabla 6 se refleja la abundancia de especies en algunos municipios de la subregión occidente, donde se observa que la especie más abundante corresponde a *Lu.(Trl.) gomezi* ($pi=0,603$) seguida de *Pi.(Pif.) columbiana* ($pi= 0,071$), seguida de *Lu.(Hel.) hartmanni* ($pi=0.052$) y por último *Mi.(Sau.) trinidadensis* ($pi=0,045$), con un índice de diversidad de Shannon $H =1.671$, lo que indica que presenta una baja diversidad en la zona. En cuanto al índice de diversidad de Simpson $1-D = 0,6204$, se resalta nuevamente que la especie predominante es *Lu.(Trl.) gomezi* seguida de *Pi.(Pif.) columbiana* y *Lu.(Hel.) hartmanni* como las más importantes. Como se mencionó anteriormente *Lu.(Trl.) gomezi* está implicada en la transmisión de *L. panamensis*, (D. Young & Duncan, 1994) y *Pi.(Pif.) columbiana*, está implicada en la transmisión de *L. braziliensis* y *L. mexicana* (Montoya-Lerma et al., 1999) y además es considerada como vector potencial de bartonelosis en el sur del país (Montenegro et al., 2013).

En la figura 6 la gráfica demuestra que en comparación con la subregión norte, en la subregión occidente existen solamente tres especies implicadas en la transmisión de Leishmaniasis, además, esta zona fue de poca casuística para Leishmaniasis durante los años 2012 y noviembre de 2013 (solo se registraron dos casos). Sin embargo, se presentó un incremento de consulta por Leishmaniasis a partir del año 2017 en esta zona.

Tabla 6. Abundancia relativa de especies colectadas en subregión occidente

Especie	Número de individuos (ni)	Abundancia relativa(pi)
<i>Lu. (Tri.) gomezi</i>	906	0,603
<i>Pi.(Pif.) columbiana</i>	107	0,071
<i>Lu.(Hel.) hartmanni</i>	78	0,052
<i>Mi.(Sau.) trinidadensis</i>	68	0,045
<i>Ev.(Ald) dubitans</i>	63	0,042
<i>Lu.(Hel.) cirrita</i>	61	0,041
<i>Mi.(Mic) cayennensis cayennensi</i>	53	0,035
<i>Lu. spp.</i>	44	0,029
<i>Lu.(Hel.) strictivilla</i>	31	0,021
<i>Mi.(Mic) micropyga</i>	25	0,017
<i>Ny. yuilli</i>	10	0,007
<i>Pr. Camposi</i>	9	0,006
<i>Pi.(Pif) pia</i>	7	0,005
<i>Ny. trapidoi</i>	6	0,004
<i>Lu.(Lut) lichyi</i>	5	0,003
<i>Pi. nuneztovari</i>	5	0,003
<i>Ps.(For) carpenteri</i>	4	0,003
<i>Ty. triramula</i>	4	0,003
<i>Pi.(Pif.) ovallesi</i>	4	0,003
<i>Ps.(Psa.) shannoni</i>	3	0,002
<i>Ev.(Ald.) walker</i>	3	0,002
<i>Ev.(Eva.) saulensis</i>	3	0,002
<i>Lu.(Hel.) scorzai</i>	2	0,001
<i>Ny. Ylephiletor</i>	1	0,001
<i>Lu.(Hel.) sanguinaria</i>	1	0,001
Total	1503	1

Figura 9. Abundancia relativa (pi) de especies de *Lutzomyia* en la subregión occidente.



2.4.3. Índice de diversidad

Se describen los índices de biodiversidad para el área de estudio correspondiente a las subregiones norte y occidente donde se están ejecutando las obras de la central hidroeléctrica Ituango.

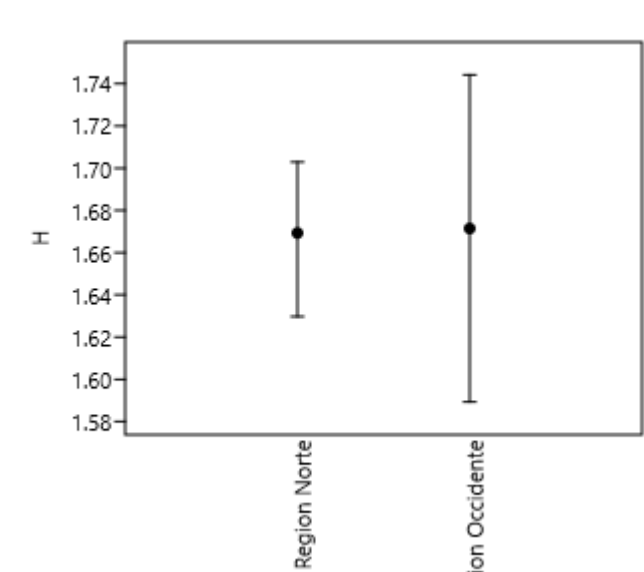
2.4.3.1 Índice de Shannon

Se obtuvo el índice de Shannon para la población de la subregión norte (H : 1.663) y para la subregión occidente (H : 1.671), el cual indica que la biodiversidad específica en ambas regiones es baja y que no se presentan diferencias significativas entre las poblaciones de ambas regiones tal como se observa en la tabla 7 y en la figura 10.

Tabla 7. Índice de biodiversidad de Shannon H para la población del género *Lutzomyia* de las subregiones occidente y norte

	Región			Región		
	norte	Lower	Upper	occidente	Lower	Upper
Taxa_S	30	24	30	25	23	25
Individuals	4957	4957	4957	1503	1503	1503
Shannon_H	1,669	1,63	1,703	1,671	1,589	1,744

Figura 10. Índice de Shannon (H) para la población del género *Lutzomyia* de las subregiones occidente y norte



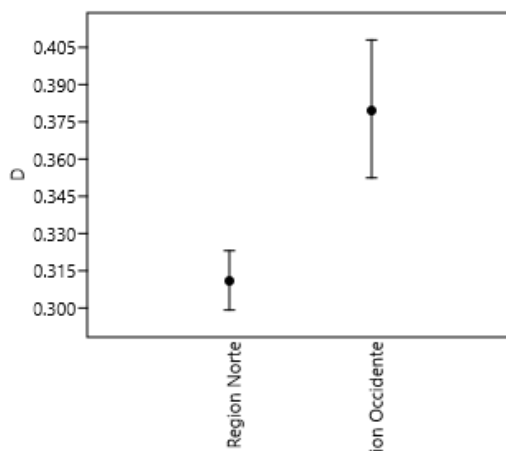
2.4.3.2. Índice de Simpson D

Se calculó el índice de Simpson D para la población de la subregión norte ($D=0.311$) y para el de la subregión occidente ($D= 0.379$). Según la dominancia D, para ambas subregiones es relativamente baja, mientras que la diversidad de Simpson $1-D$ es relativamente media en ambas subregiones donde para la Subregión norte es de $1-D= 0.689$ y para la subregión occidente es de $1-D= 0.6204$ (tabla 8 y figura 11).

Tabla 8. Índice de biodiversidad de dominancia (D) y Simpson (1-D), para especies del género *Lutzomyia*, colectadas en las subregiones norte y occidente

	subregión			subregión		
	norte	Lower	Upper	occidente	Lower	Upper
Taxa_S	30	24	30	25	23	25
Individuals	4957	4957	4957	1503	1503	1503
Dominancia _D	0,311	0,2992	0,3231	0,3796	0,3524	0,408
Simpson_1-D	0.689	0.6769	0.7008	0.6204	0.5919	0.6476

Figura 11. Índice de dominancia (d) para la población del género *Lutzomyia* de las subregiones occidente y norte



2.4.3.3. Índice de equidad Pielou (J)

Se obtuvo el índice de Equidad (J) para la subregión norte ($J=0.4908$) y para la subregión occidente ($J= 0.5193$). Los resultados indican que no todas las especies están en igual abundancia, ya que se puede considerar abundancia media en ambas subregiones. Para la subregión norte el valor es $J= 0.4908$ y para la subregión occidente es $J= 0.5193$ (Tabla 9).

Tabla 9. Índice de biodiversidad de equidad de Pielou (J) y Simpson (1-D).

	subregión			subregión		
	norte	Lower	Upper	occidente	Lower	Upper
Taxa_S	30	24	30	25	23	25
Individuals	4957	4957	4957	1503	1503	1503
Equidad J	0.4908	0.4867	0.5257	0.5193	0.4951	0.5431

2.5. Especies de *Lutzomyia* que presentan comportamiento antropofílico en la zona de monitoreo.

En la tabla 10 se puede observar que en la zona fueron colectadas especies en cebo humano, lo que indica que tienen comportamiento antropofílico, tal es el caso de *Lu. (Trl.) gomezi*, *Ps. panamensis*, *Ny. trapidoi*, *Ny. yuilli*, *Pi.(Pif.) columbiana*. De estas especies se hace una descripción aparte por su gran cantidad recolectada, por su importancia y por qué se cree que estas especies son vectores en la zona de estudio.

Otras especies colectadas en cebo humano se describen a continuación:

Lutzomyia (Lut) lichi: es una especie que ha sido incriminada como vector de *Le. (V.) braziliensis* en nuestro país en estudios realizados en el Valle del Cauca (Alexander et al., 1995), pero no está en la lista oficial del INS como vector. Lo anterior puede deberse a que la especie es poco conocida y debido a que se recolectaron pocos especímenes; esta especie no se tiene en cuenta en este trabajo. Adicionalmente, Young y Duncan describen que esta especie tiene comportamientos antropofílicos y presenta un rango altitudinal de 191 a 1.492 m.s.n.m.

Lu. (Hel.) strictivilla: esta especie también está registrada como especie antropofílica en algunas localidades (Young 1979) y no es considerada de importancia en nuestro país.

Mi. (Sau.) trinidadensis: esta especie se alimenta principalmente de lagartos (Saurios) (Young y Duncan 1994), pero se considera antropofílica en Brasil y Venezuela. En nuestro país fue colectada en cebo humano por Vivero en el Departamento del Vichada (Vivero et al., 2010).

Acerca de la especie *Ev. (Ald.,) dubitans*, se conoce poco sobre su biología, se considera que es saurófila (Young y Duncan 1994) pero ha sido colectada sobre cebo humano protegido en los Montes de María, es considerada antropofílica en nuestro país (Cortés Alemán et al., 2019) y su rango altitudinal es de 175 a 1.682 m.s.n.m.

Lu. (Hel.) cirrita es poco conocida, hasta tal punto que su clasificación es cuestionada (Young y Duncan, 1994). Se tiene registro de que fue colectada en cebo humano al suroeste de Colombia en el Alto Anchicayá (Valle del Cauca) (Barreto et al., 1997).

En la tabla 11 se registran las especies que se colectaron en gallineros y marraneras cerca de las viviendas o en la periferia de estas, lo que puede servir como un mecanismo de barrera para minimizar el ingreso de estas especies al interior de las viviendas.

Tabla 10. Especies antropofílicas capturadas sobre cebo humano protegido.

Subregión	Municipio	Vereda	Especie de Lu	Bosque	Cacaotera	Cafetal
Norte	Briceño	Alto Chirí	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	1,81%	0,00%	0,00%
			<i>Lu. (Lut) lichi</i>	0,72%	0,00%	0,00%
		Buenavista	<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	1,08%	0,00%	0,00%
	Ituango	La Honda	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	2,17%	0,00%	0,00%
			<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	3,61%	0,00%	0,00%
			<i>Mi. (Sau.) trinidadensis</i>	0,72%	0,00%	0,00%
		La Rica	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	5,05%	0,00%	0,00%
			<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	1,44%	0,00%	0,00%
		Motes Los Galgos	<i>Ev. (Ald.) dubitans</i>	0,72%	0,00%	0,00%
	Galgos	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	10,11%	0,00%	0,00%	
		<i>Psy. panamensis</i>	0,72%	0,00%	0,00%	
		<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	1,08%	0,00%	0,00%	
		<i>Mi. (Sau.) trinidadensis</i>	0,36%	0,00%	0,00%	
	Toledo	Brugo	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	1,44%	0,00%	0,00%
		Cascarela	<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	0,36%	0,00%	0,00%
		El Valle	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,72%	0,00%	0,00%
			<i>Psy. panamensis</i>	0,36%	0,00%	0,00%
			<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	0,36%	0,00%	0,00%
	Miraflores	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,00%	0,00%	0,36%	
	Valdivia	Astilleros	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	2,53%	0,00%	0,00%
			<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	0,36%	0,00%	0,00%
			<i>Ny. trapidoi</i>	1,44%	0,00%	0,00%
		Cachirimé	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,72%	1,08%	0,00%
			<i>Psy. panamensis</i>	0,36%	2,89%	0,00%
			<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	1,08%	0,72%	0,00%
			<i>Ny. trapidoi</i>	2,17%	7,58%	0,00%
			<i>Ny. Yuilli</i>	0,36%	1,08%	0,00%
		Montefrío	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,36%	0,00%	0,00%
	Pensilvania	<i>Lu. (Hel.) cirrita</i>	0,36%	0,00%	0,00%	
		<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	2,17%	1,44%	0,00%	

			<i>Lu. (Hel.) hartmanni</i>	0,72%	0,00%	0,00%	
			<i>Ps. panamensis</i>	1,08%	0,36%	0,00%	
			<i>Ny. trapidoi</i>	0,36%	0,00%	0,00%	
			<i>Ny. yuilli</i>	9,39%	0,00%	0,00%	
		Remolinos	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,36%	0,00%	0,00%	
		Santa.	<i>Lu.(Lut) lichyi</i>	0,72%	0,00%	0,00%	
		Bárbara	<i>Ny. yuilli</i>	1,44%	0,00%	0,00%	
		Zorras	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	4,69%	0,00%	0,00%	
			<i>Lu. (Hel.) hartmanni</i>	1,08%	0,00%	0,00%	
			<i>Ny. trapidoi</i>	2,17%	0,00%	0,00%	
Occidente	Buritica	Buenavista	<i>Pi. (Pif.) columbiana</i>	0,00%	0,00%	1,08%	
		Carauq	<i>Pr. Camposi</i>	0,00%	0,36%	0,00%	
			<i>Ev. (Ald.) dubitans</i>	0,00%	0,72%	0,00%	
			<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,00%	2,53%	0,00%	
			<i>Lu. (Hel.) hartmanni</i>	0,00%	1,44%	0,00%	
			<i>Lu. pichindei</i>	0,00%	0,72%	0,00%	
			<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	0,00%	0,72%	0,00%	
		Fragua	<i>Lu. (Hel.) strictivilla</i>	0,72%	0,00%	0,00%	
		Mogotes	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,00%	0,72%	0,00%	
		Peque	Barbacoas	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	2,17%	0,00%	0,00%
				<i>Lu. (Hel.)strictivilla</i>	5,05%	0,00%	0,00%
		Sabanalar	Membrillal	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	0,00%	0,00%	1,08%
		ga		<i>Lu. (Hel.) scorzai</i>	0,00%	0,00%	0,36%
Subtotal subregión norte				66,75%	15,15%	0,36%	
Subtotal subregión occidente				7,94%	7,22%	2,53%	
Total general				74,73%	22,38%	2,89%	

Tabla 11. Especies zoofílicas capturadas sobre gallineros y marraneras con trampa CDC.

Subregión	Municipio	Vereda	Especie de Lu	Gallinero/Marranera	Total general
Norte	Briceño	Orejón	<i>Pi. (Pif.) columbiana</i>	10,53%	10,53%
		Valdivia	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	15,79%	15,79%
	Remolinos	<i>Lu. (Hel.) hartmanni</i>	5,26%	5,26%	
		<i>Ps. hirsuta</i>	5,26%	5,26%	
		<i>Ps. panamensis</i>	5,26%	5,26%	
Occidente	Buriticá	La Angelina	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	15,79%	15,79%
Subtotal subregión norte				84,21%	
Subtotal subregión occidente				15,79%	
Total general				100,00%	100,00%

2.6. Distribución geográfica y características de las especies implicadas en la transmisión de leishmaniasis.

Antes de entrar a describir la distribución y características de las especies que son vectores de Leishmaniasis encontradas en el presente estudio, es necesario enfatizar sobre la endemidad de esta enfermedad en el departamento de Antioquia, pues la zona de muestreo corresponde al área geográfica que reporta el mayor número de casos en Antioquia. La distribución geográfica y características de las especies encontradas se describen para las cinco especies que según la literatura son de importancia médica y se encontraron en la zona.

2.6.1. *Lutzomyia (Tricholateralis) gomezi* (Nitzulescu, 1931).

Los caracteres morfológicos examinados, para la identificación de esta especie son los descritos en las claves de Young y Galati.

Para las hembras: cibario con 4 dientes, conductos individuales delgados y más largo, más de 5 veces (figura 12 A, b), el tamaño de la espermateca, una hilera irregular de dientes verticales para los machos (figura 13), tufo basal en el coxito de 20 o menos setas, estilo con 4 espinas, Mesonoto infuscado, pleura pálida.

Figura 12. Foto de caracteres morfológicos para hembras de *Lu.(Trl.) gomezi* (Nitzulescu, 1931), espermateca (A), cibario (B)

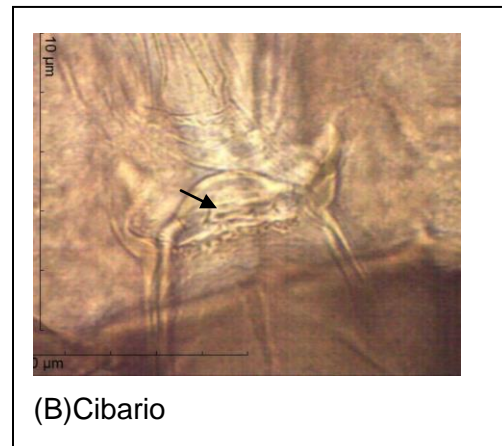


Figura 13. Foto de caracteres morfológicos para machos de *Lu.(Trl.) gomezi* (Nitzulescu, 1931), coxito y estilo



Esta especie se cría en áreas terrestres húmedas; los lugares preferidos son hendiduras y huecos en el suelo, estiércol, rocas, mampostería, escombros, material orgánico acumulado en el piso del bosque, huecos y cuñas de los árboles, madrigueras, nidos de comején, nidos, gallineros, establos, casas, letrinas, pozos y cualquier lugar oscuro y húmedo con materia

orgánica en abundancia (Pineda & Fernández, 2008). Se alimenta de aves y por lo menos de cinco órdenes de mamíferos, muestra mayor pico de actividad de las 18.00 a las 20:00 horas, el cual es el rango horario de máximo riesgo para la población humana (Pineda & Fernández, 2008).

Se distribuye desde Nicaragua hasta Brasil, es de amplia bionomía antropofílica y está implicada en la transmisión de la Leishmaniasis en Colombia, Brasil, Venezuela, Panamá y Ecuador (Pineda & Fernández, 2008, Flórez et al., 2012, Vásquez Trujillo et al., 2008).

Es reportada como una de las especies más abundantes en Colombia y es vector de varios focos de Leishmaniasis cutánea tanto en zonas periurbanas o rurales como urbanas muy intervenidas donde encuentra gran variedad de recursos alimenticios, particularmente cerdos en el peridomicilio de las viviendas humanas (Vásquez Trujillo et al., 2008). Se ha registrado en varios departamentos del país como Amazonas, Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, César, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca y Vichada (Eduar Elias Bejarano., 2006b). y ha estado implicada en varios focos de Leishmaniasis en algunos departamentos como Bucaramanga, Sincelejo, Choco (Bahía Solano), Antioquia (San Carlos), Boyacá (Otanche, Pauna) y Carmen de Bolívar (Pineda & Fernández, 2008).

Adicionalmente, *Lu.(Trl.)gomezi* se encontró infectada naturalmente con diferentes especies de *Leishmania* en distintos países de Suramérica, entre ellos Panamá, (promastigotes no identificados) Ecuador y Colombia. En Venezuela se encontró naturalmente infectada con *Leishmania braziliensis* (Vianna, 1911) y bajo condiciones experimentales, permite el desarrollo de *L. panamensis* y en Colombia, Santamaría detectó a *Lu (Trl) gomezi* naturalmente infectada con *L. panamensis* y la consideraron como un vector eficiente asociado a este parásito (Hoyos-López et al., 2013).

Según la literatura, se ha observado que los cambios ecológicos producidos por el hombre tales como la deforestación (entre otros) no afectan la distribución y densidad de esta especie ya que se adapta a zonas rurales intervenidas donde conviven el parásito y el vector. Además, tampoco son afectadas por las actividades humanas realizadas cerca de las viviendas debido a su comportamiento antropofílico (preferencia alimenticia por las personas), endofílico (pica dentro y alrededor de las casas) y al desarrollo urbano en áreas endémicas, el cual crea condiciones de traslape en donde la vivienda humana se aproxima a los focos naturales por lo cual es de gran importancia epidemiológica debido al riesgo de transmisión domiciliar o

peridomiciliaria y la consecuente aparición de individuos infectados (Pineda & Fernández, 2008).

En la presente investigación, en la subregión norte, *Lu.(Trl.) gomezi* es la más abundante ($\pi=0,52$) como se describió en la tabla 10, ya que en el área de muestreo su distribución se registró en la mayoría de las veredas visitadas de Ituango, Valdivia, Briceño y Toledo (Tabla 8), y en la subregión occidente fue la segunda especie más importante ($\pi=0,603$), registrándose capturas en algunas de las veredas de Buriticá (Tabla 9).

De otro lado, esta especie registró capturas en diferentes hábitats (nichos) en los diez municipios de la zona de trabajo tal como se muestra en la figura 15; donde puede demostrarse que el mayor número de capturas fueron realizadas en bosques (82,78%), siendo el municipio de Valdivia el que tiene más alto porcentaje de capturas (34,20%); le siguen en importancia las veredas del municipio de Ituango con 29,95% y es importante anotar que en Valdivia se notificaron más de 100 casos de Leishmaniasis en 2020, desplazando al municipio de Briceño que ha sido considerado muy endémico para Leishmaniasis y donde solamente se registró el 5,90% de capturas en bosque. Además, llama la atención que el municipio de Toledo haya registrado el 8,25% de captura para esta especie ya que en esta localidad se han reportado pocos casos de Leishmaniasis (siete casos de 1990 a 2012), esto evidencia que el porcentaje de capturas no necesariamente refleja la transmisibilidad de la enfermedad.

Otros sitios en los cuales se lograron capturas de *Lu(Trl.)gomezi* fueron las cacaoteras (9,20%), registrándose solo en el municipio de Buriticá con el 5,90% y cabe destacar que esta localidad es considerada no endémica para Leishmaniasis ya que se han registrado solamente cinco casos de 1990 a 2012. Paradójicamente, se registraron pocas capturas en cacaoteras en las veredas del municipio de Valdivia con un 3,30%, el cual si es considerado endémico para Leishmaniasis y otros sitios identificados como casas y corrales (gallineros y marraneras) tuvieron un porcentaje de capturas de 3.30%.

Al comparar la distribución de *Lu. (Trl.) gomezi* de acuerdo con los ecosistemas (Etter, 1998), puede observarse que esta especie se encuentra principalmente en zonas rurales altamente intervenidas con cultivos y bosques tropicales tipo galería (Christensen et al., 1983) los cuales son húmedos, oscuros y de características selváticas; esta prefiere ambientes altamente intervenidos predominando en pastos y se ha registrado disminución en número a medida que aumenta la cobertura vegetal de las áreas boscosas hasta ser casi escasas en bosque primario, a pesar de la existencia de registros en bosques secos y húmedo tropicales (Bejarano et al., 2003), Sin embargo, en esta investigación se registraron capturas en zonas de bosques

secos (cultivos de cacao) en la subregión occidente y en bosques húmedos tropicales intervenidos en la región Norte.

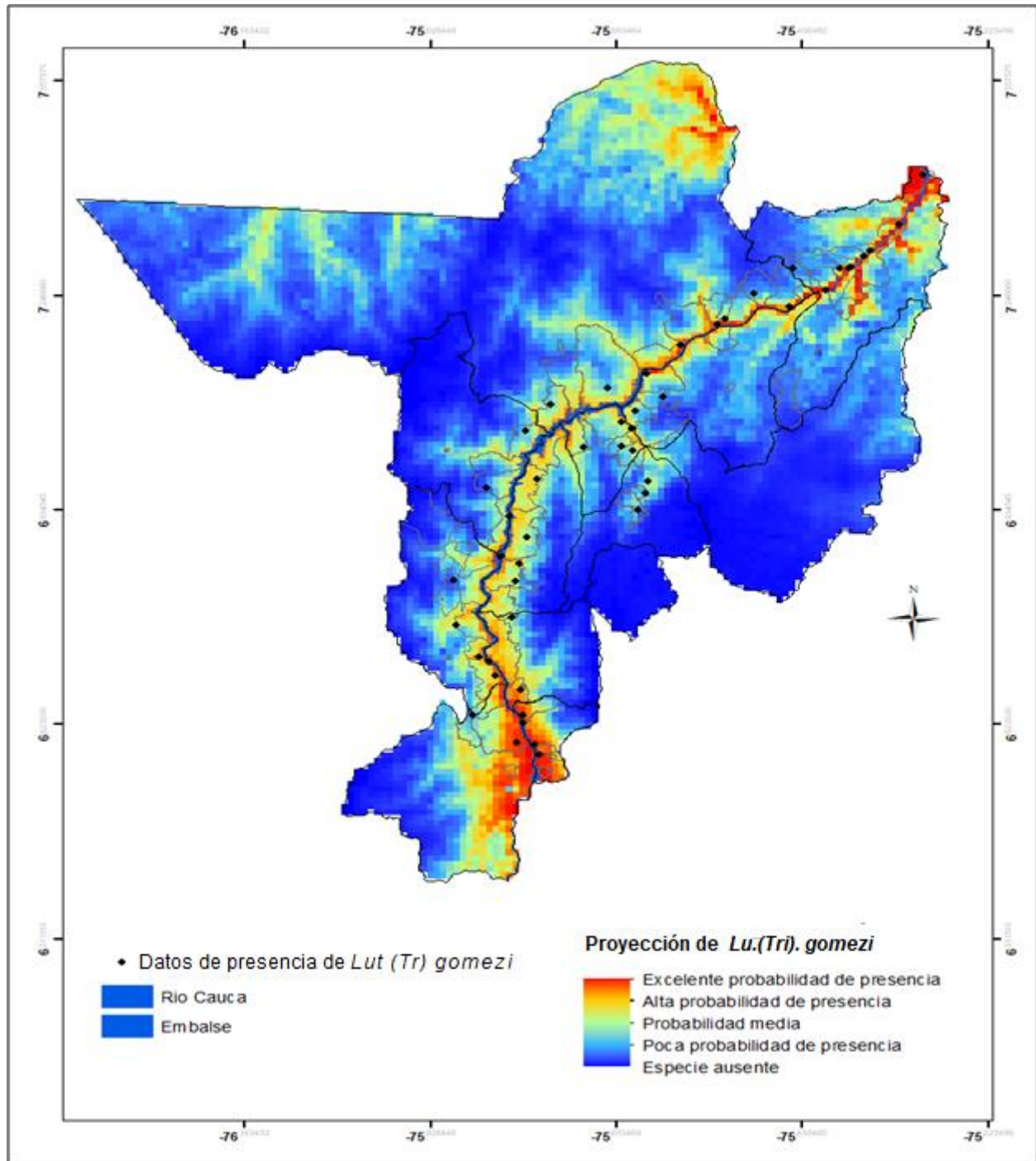
En cuanto a la temperatura, la cual está relacionada con los pisos térmicos de la zona, se observó que la especie prefiere pisos térmicos húmedos.

En el período de muestreo de este estudio, se observaron diferencias significativas entre la abundancia de especies por meses en intra y extradomicilio contra los factores ambientales de temperatura, humedad relativa y precipitación y velocidad del viento. Para *Lu.(Trl.) gomezi* la temperatura es una de las variables más influyentes (Santander et al., 2006; Pineda & Fernández, 2008).

Al analizar los pisos altitudinales de las capturas vemos como *Lu.(Trl.)gomezi* se capturó en un amplio rango desde 180 a 1.450 m.s.n.m y en diferentes hábitats muestreados. Esto coincide expresamente con otros autores acerca de su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes y zonas geográficas (Pineda & Fernández, 2008; Guti & Sc, 2013).

Para elaborar los mapas de proyección de la especie de *Lu (Trl.) gomezi* (figura 14) se trabajó con datos extraídos de worldclim 2.1, tipo de raster SRTM de elevación y de las variables bioclimáticas anuales promedio de temperatura mínima, media y máxima y precipitación en resoluciones espaciales de 30 segundos (~1 km²) (anexo 1). Las variables bioclimáticas que más contribución porcentual aportan son BI05 (temperatura máxima del período más caliente) con el 54.9%, seguida del la BI04 (estacionalidad de temperatura) con el 10.5%, al igual que la BI07 con el 10.1% y la Bi08 (temperatura media en el trimestre más lluvioso) con el 8.1%

Figura 14. Proyección de *Lu.(Trl.) gomezi* para las zonas de estudio.



2.6.2. *Nyssomyia yuilli* (Young & Porter, 1972)

Los caracteres morfológicos examinados, para la identificación de esta especie son los descritos en las claves de Young y Galati.

Para las hembras se observa el cibario con seis pares de dientes, los conductos individuales rugosos y el cuerpo de la espermateca conformado por diez anillos (figura 15 A,B). En los machos (figura 16) se observa sin tufo, estilo con 4 espinas, filamento genital en la punta con una o dos barbas.

Figura 15. Foto de caracteres morfológicos para hembras de *Ny. yuilli* (Young & Porter, 1972), espermateca (A), cibario (B)

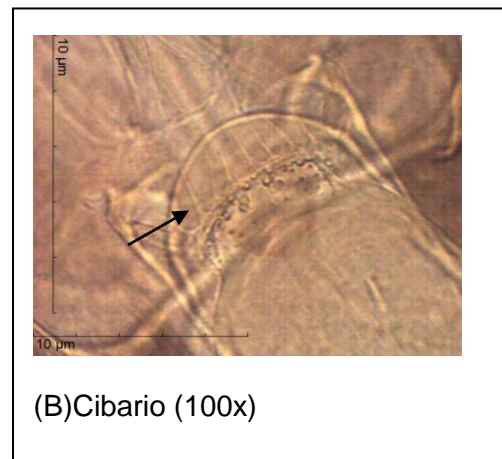
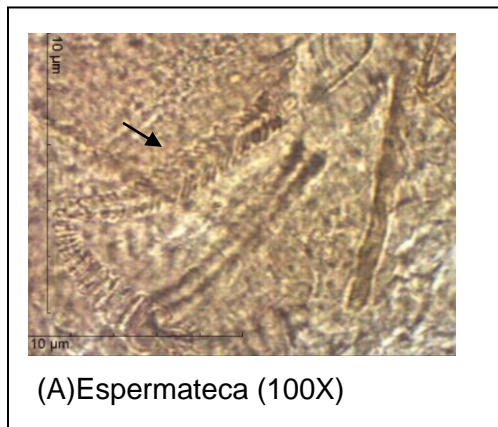


Figura 16. Foto de caracteres morfológicos para machos de *Ny. Yuilli* (Young & Porter, 1972), *coxito y estilo*



Especie antropofílica y vector de algunos arbovirus y de Leishmaniasis. Esta especie tiene una amplia distribución en varios países de América Latina tales como Colombia, Perú, Ecuador, Brasil, Bolivia y Venezuela (D. G. Young & Duncan, 1994)(Vergara, 2008) (Vásquez Trujillo et al., 2008).

En cuanto a su bionomía en Colombia, *Ny. yuilli* se ha registrado en ocho departamentos que son Amazonas, Antioquia, Caquetá, Chocó, Guaviare, Meta, Putumayo y Santander (BejaranoE.E ., 2006b), tanto en los bosques como en el peri e intradomicilio (Pineda & Fernández, 2008, Cortés 2006, Sandoval et al. 2006, Santamaría et al. 2006, Barreto et al. 2000). Uno de los hallazgos más importantes sobre *Ny. yuilli* es el aislamiento de *Leishmania (Viannia)* (D. G. Young & Duncan, 1994). Sumado a esto, Santamaría realizó un estudio de foco de Leishmaniasis en el departamento de Boyacá, donde fueron capturados especímenes identificados como *Ny. yuilli* y se llegó a la conclusión de que probablemente participaron activamente en la transmisión de este foco (50% de los casos de este foco se le atribuyen a esta especie).

Dado lo anterior, esta especie está implicada en los casos de Leishmaniasis cutánea en el país y son pocos los estudios realizados, por lo que se cree que su ámbito geográfico puede ser mayor y se hace necesario continuar su estudio con el fin de establecer su importancia médica en otras regiones del país.

Para los municipios visitados se aclara que esta especie se limita a la zona donde más casos de Leishmaniasis cutánea se reportan, en algunas veredas del municipio de Valdivia se registraron capturas en cebo humano (Tabla 10) además en la vereda La Rica de Ituango, también se registraron capturas con trampa CDC en esta misma vereda (Tabla10).

En cuanto al ecosistema, *Ny. yuilli* se capturó en bosque tropical intervenido y bosque seco de zonas de cultivo, también puede decirse que esta especie prefiere micro hábitats boscosos tipo galería y cacaoteras.

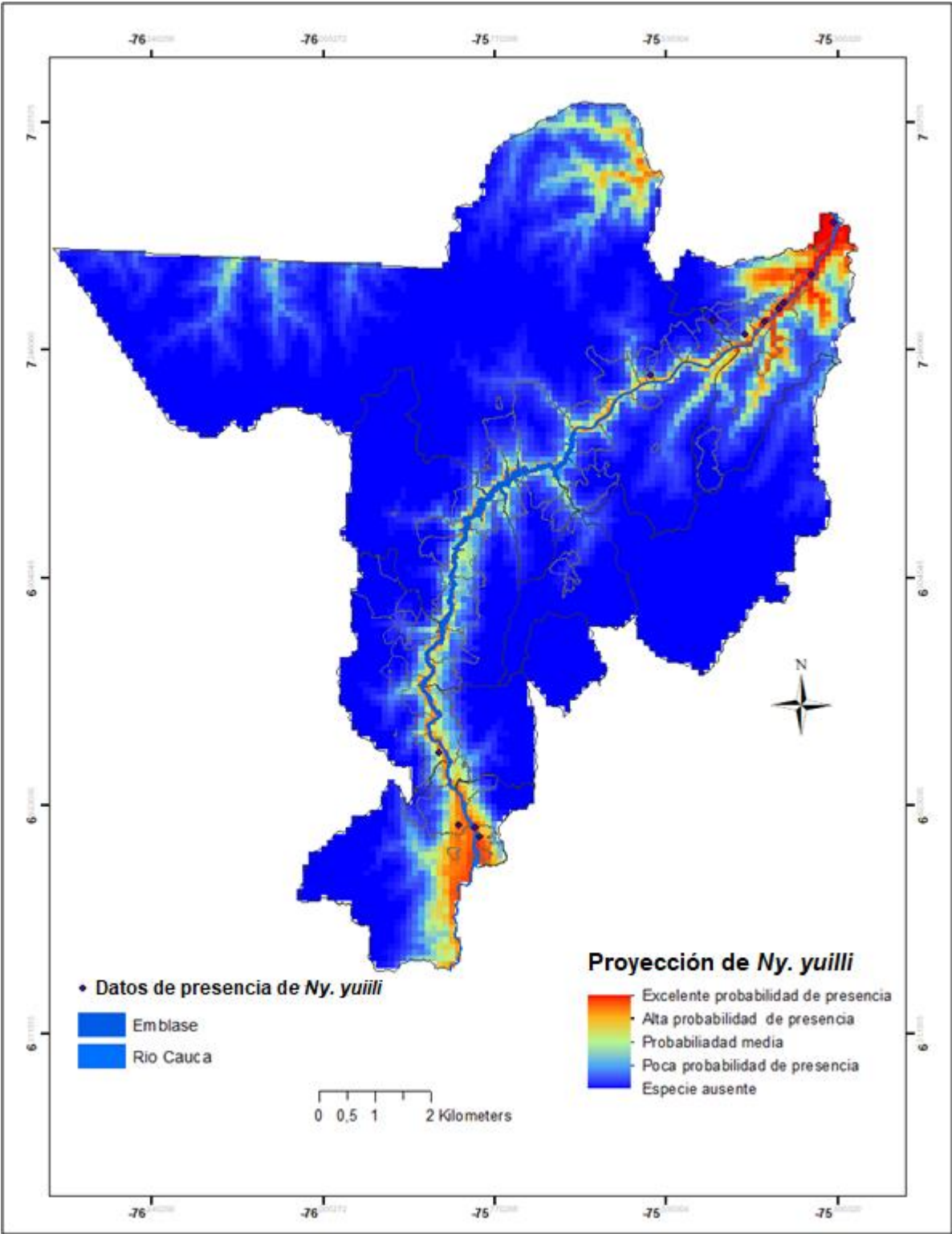
Para la distribución de *Ny. yuilli* de acuerdo con el ecosistema (Etter, 1998), se puede observar que la especie se encuentra principalmente en zonas rurales intervenidas con cultivos y bosques tipo galería de bosques tropicales (Christensen et al., 1983) y se limita a una zona térmica relacionada con los pisos térmicos de cálido muy húmedo.

Desde el punto de vista ecológico, es importante anotar que la mayoría de los registros de *Ny. yuilli* en Colombia, provienen de ecosistemas de bosque húmedo (Bejarano.E.E, 2006b; Vergara, 2008), lo que coincide en parte con lo encontrado en esta investigación y solamente se capturó *Ny. yuilli* en la subregión norte. Excepcionalmente, *Ny. yuilli* también ha sido registrada en zonas de bosque seco tropical del norte del país (Santander et al., 2006). Al analizar la zona altitudinal de las capturas vemos como *Ny. yuilli* se capturó en hábitats con una temperatura entre 22 y 30°C, coincidiendo con los tipos de pisos térmicos y en alturas presenta un amplio rango desde de los 180 a 1450 m.s.n.m. Lo anterior concuerda con investigaciones previas donde esta especie se capturó en alturas de 335 m.s.n.m y de 550 m.s.n.m (Vergara, 2008), esto coincide expresamente con otros autores acerca de su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes y zonas geográficas (Guti & Sc, 2013).

Para elaborar el mapa de proyección de la especie de *Ny. yuilli* (figura 17) se trabajó con datos extraídos de worldclim 2.1, tipo de raster SRTM de elevación y de las variables bioclimática anuales promedio de temperatura mínima, media y máxima y precipitación en resoluciones espaciales de 30 segundos (~1 km²) (anexo1). Los resultados obtenidos para esta especie según el análisis de variables bioclimáticas, indican que la variable BI06 (temperatura mínima del período más frío), la cual aporta 56.6% seguida por la variable BI11 (temperatura promedio en el trimestre más frío) con un 9.1%, luego la variable BI05 (temperatura máxima del período más caliente) aporta un valor de 8.8%.

También se puede observar que la alta probabilidad de encontrar esta especie está limitada al municipio de Valdivia y Briceño en la subregión norte y al municipio de Santa Fe de Antioquia en la subregión occidente.

Figura 17. Proyección de *Ny. yuilli*. en las zonas de estudio.



2.6.3. *Lutzomyia (Helcocyrtomyia) hartmanni* (Fairchild&Hertig, 1957)

Los caracteres morfológicos examinados, para la identificación de esta especie son los descritos en las claves de Young y Galati.

Para las hembras: cibario con 4 dientes triangulares, espermateca con el 1er anillo mayor que los otros. Ductos individuales largos (figura 18 A-B). Ducto común inexistente, venación alar con beta más cortó que la mitad de alfa.

Para los machos: quinto segmento palpal generalmente igual que el tercero (un poco mayor o menor). Estilo largo presenta 5 espinas (2 apicales, 1 a un tercio, 2 basales), tufo del coxito de cuatro cerdas (figura 19).

Figura 18. Foto de caracteres morfológicos para hembras de *Lu. (Hel.) hartmanni* (Fairchild&Hertig, 1957), espermateca (A), cibario (B).

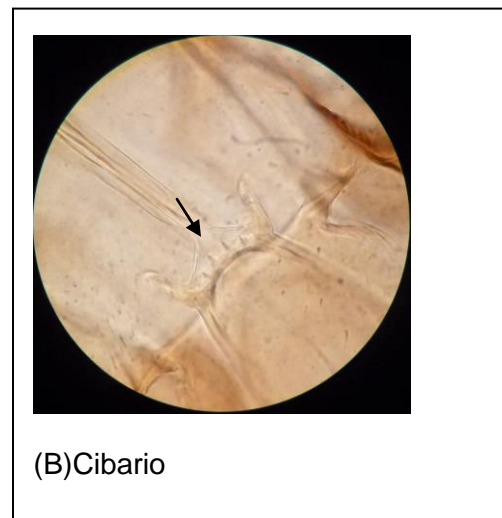
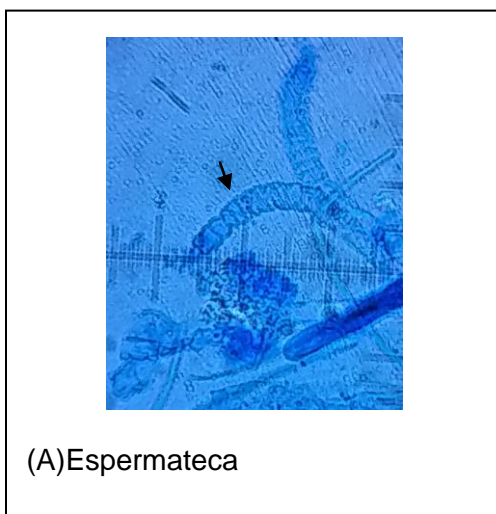
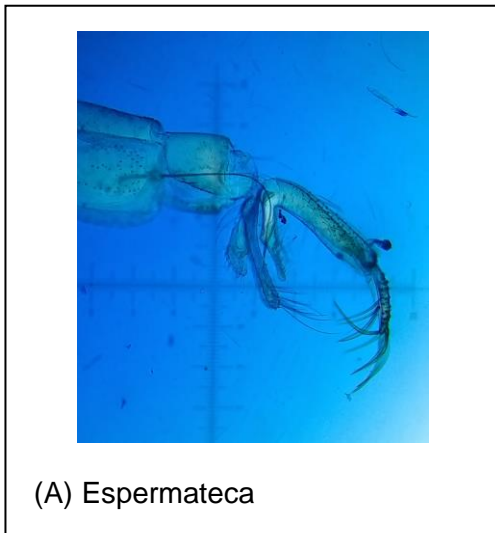


Figura 19. Foto de caracteres morfológicos para machos de *Lu.(Hel.) hartmanni* (Fairchild&Hertig, 1957), coxito y estilo



Especie de hábitos antropofílicos considerada vector de *Leishmania* spp., (Vergara, 2008). Se encuentra en Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador y Perú (Galati, 2009^a, D. G. Young & Duncan, 1994).

En Ecuador, es vector sospechoso de *Le. panamensis*. También fue encontrada infectada naturalmente con *Le. equatorensis* y *Leishmania* spp. A su vez, en Colombia está implicada en la transmisión de *Le. (Viannia) colombienseis*, parásito reconocido como agente etiológico de Leishmaniasis cutánea (Guti & Sc, 2013)(R. H. Pardo et al., 1996), el cual fue aislado en hembras de esta especie en El Carmen, Santander. Otros departamentos donde se tiene registro de *Lu.(Hel.) hartmanni* son: Antioquia, Chocó, Valle, Tolima, Nariño, Boyacá, Caldas, Risaralda y Cauca (Isla Gorgona) (Bejarano, E.E ., 2006b).

Para el departamento de Antioquia, fue la especie más abundante en los estudios con cebo humano en la región de Providencia, municipio de Anorí (Determinación de la composición de especies y abundancia relativa del género *Lutzomyia* Franca, 1924 (Diptera: Psychodidae) en el distrito de Arraiján, Corregimiento de Santa Clara, República de Panamá., 2002) y una de las más abundantes en estudios realizados en zonas cafeteras (Guti & Sc, 2013).

Los adultos de *Lu.(Hel.) hartmanni* se encuentran en bosques, cuevas de mamíferos, cultivos de café y se han colectado en trampas de luz CDC en zonas intervenidas y cebo humano protegido (Guti & Sc, 2013); además, presenta dos picos de abundancia: uno en mayo y otro en noviembre (D. . Young, 1977)(D. G. G. Young, 1979). En los bosques, *Lu.(Hel.) hartmanni* tiene mayor actividad de picadura en el dosel que en el suelo, donde el pico de actividad es entre las 19:00 y 3:00 horas (Vergara, 2008).

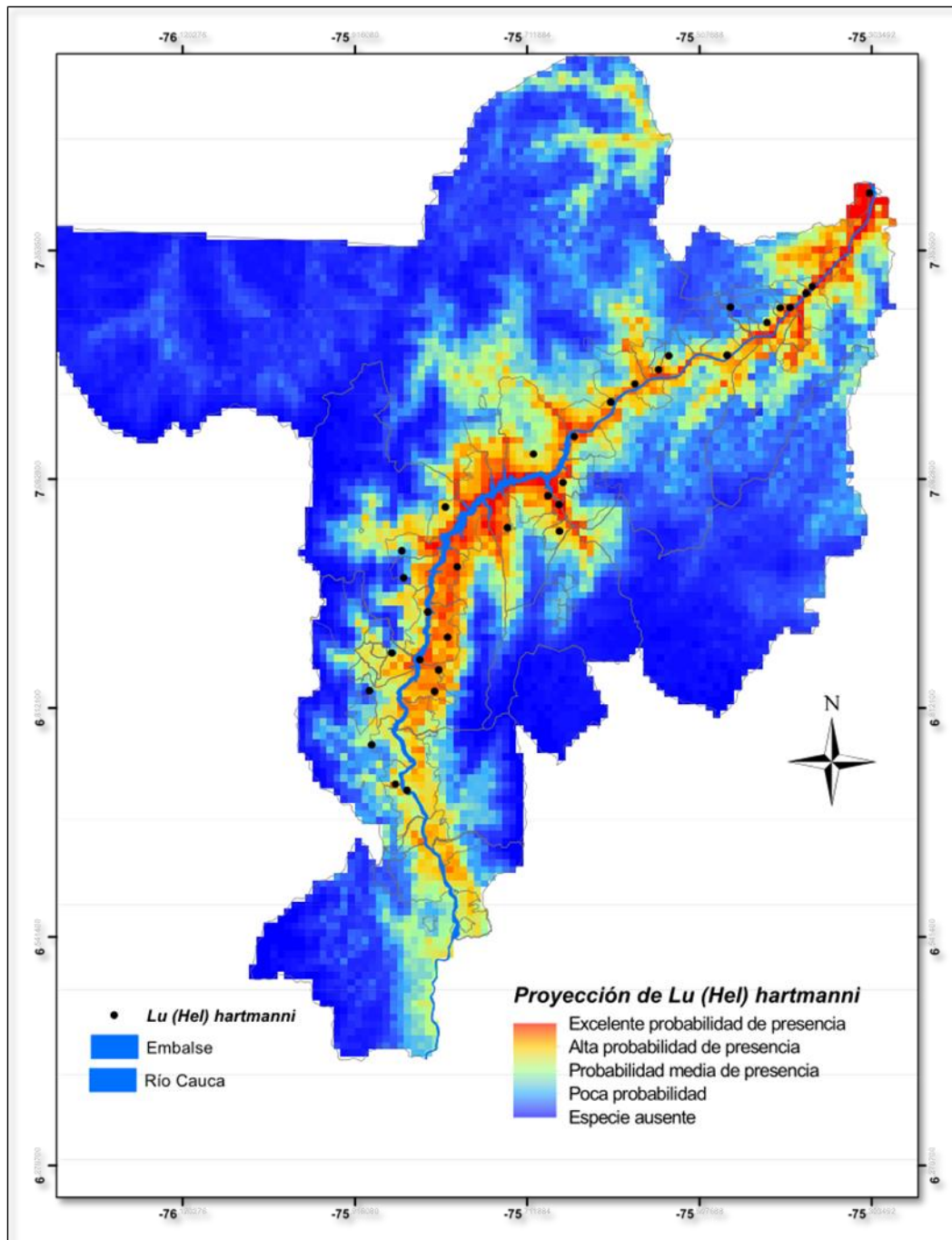
Para la zona de muestreo, esta especie tuvo pocas capturas, las cuales se dieron principalmente en cebo humano en bosques fragmentados, en cultivos de cacao y en gallineros, más no en cafetales como reporta la literatura. En este trabajo la citamos en la tabla 9.

Al comparar la distribución de *Lu.(Hel.) hartmanni* de acuerdo con el mapa de ecosistemas (Etter, 1998), se puede observar que esta especie se encuentra principalmente en zonas rurales intervenidas con cultivos y bosques tropicales tipo galería, coincidiendo con reportes de diferentes autores (Christensen et al., 1983), también se capturó en zonas de bosques secos y en micro hábitats. En cuanto a la temperatura la cual está relacionada con los pisos térmicos de la zona, se observó que la especie prefiere pisos térmicos cálidos y templados húmedos, coincidiendo esto con los reportes de investigaciones previas donde la temperatura oscila entre 17,5 y 23 grados y lluvias mayores a 3.000 mm al año (Guti & Sc, 2013), también se capturó en piso templado seco.

Al analizar la zona altitudinal de las capturas, se puede observar que *Lu.(Hel.) hartmanni* se capturó en un rango amplio desde 280 a 1.389 m.s.n.m y esto concuerda con investigaciones previas, donde esta especie se reportó en alturas de 950 m.s.n.m (Guti & Sc, 2013).

Para elaborar el mapa de proyección de la especie de *Lu.(Hel.) hartmanni* (figura 20) se trabajó con datos extraídos de worldclim 2.1, tipo de raster SRTM de elevación y de las variables bioclimáticas anuales promedio de temperatura mínima, media y máxima y precipitación en resoluciones espaciales, de 30 segundos (~1 km²) (anexo 1). Según el análisis de las variables bioclimáticas, la variable bioclimática que más aporta es BI06 (temperatura mínima del período más frío) con un valor de 28.4%, seguida de BI05 (temperatura máxima del período más caliente) con un valor de 18.8% y por último el valor de la variable BI04 (estacionalidad de temperatura) tiene un valor de 15.8%.

Figura 20. Proyección de *Lu.(Hel.) hartmanni*. para las zonas de estudio.



2.6.4. *Pintomyia (Pifanomyia) columbiana* (Ristorcelli & Van Ty, 1941)

Los caracteres morfológicos examinados, para la identificación de esta especie son los descritos en las claves de Young y Galati. Para las hembras: quinto palpómero largo que 3+4, cuatro dientes (figura 21B) Flagelómero I considerablemente más largo que el labro, conducto de espermatozoides común mucho más largo que el conducto de esperma individual (figura 21A) I. Flagelómero I <0,35 mm.

Para los machos: parámero ancho fuertemente distalmente; con setas dorsales en parte distal, coxito sin grupo subapical de setas ventral, penacho coxito de 10 o más setas, estilo con 4 espinas fuertes: 2 basales casi al mismo nivel, seta subterminal presente o ausente, espinas basales emparejadas (figura 22).

Figura 21. Foto de caracteres morfológicos para hembras de *Pi.(Pif.) columbiana*, espermateca (A), cibario (B).

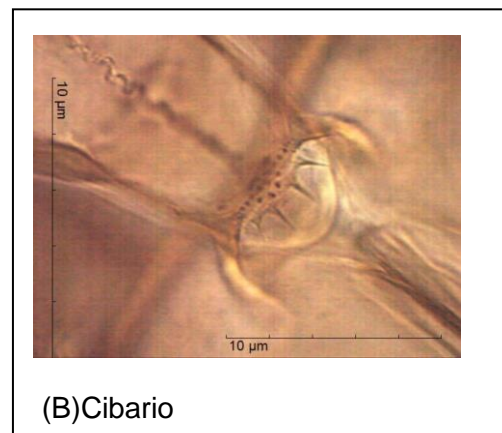
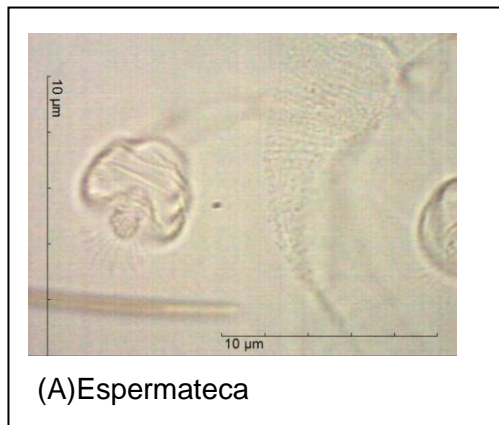


Figura 22. Foto de caracteres morfológicos para machos de *Pi.(Pif.) colombiana*, coxito y estilo.



Está clasificada como vector secundario de *Leishmania* (Pérez-Doria Alveiro, Bejarano Eduar Elías, 2008) y está implicada como posible vector de Bartonelosis (Arroyo C.G, -Garzón J.). Respecto a su bionomía, se puede afirmar que es de región andina montañosa, frecuente en cafetales y que se distribuye en varias localidades a lo largo de la región subandina de las tres cordilleras. En la zona de muestreo fue registrada en bosque tropical intervenido y en fragmento de bosque seco.

Es una especie endémica de Colombia, con una distribución geográfica que se extiende desde los bosques húmedos del Nudo de Los Pastos, pasando por las Cordilleras Occidental y Central hasta zonas esteparias de La Guajira, en un amplio rango altitudinal que va de 100 a 2.700 m.s.n.m (Guti & Sc, 2013).

Desde el punto de vista epidemiológico, se destaca *Pi.(Pif.) colombiana* como especie con hábitos de picadura agresivos que ha sido asociada con la transmisión del parásito tripanosomatídeo *Le. mexicana* en un foco de Leishmaniasis cutánea del suroccidente del país y es susceptible a la infección experimental por *L. braziliensis* y *L. mexicana* (Cárdenas et al., 1999). También se consideró vectora sospechosa de la bacteria *Bartonella bacilliformis* durante un brote de bartonelosis humana registrado en el departamento de Nariño, entre finales de la década de los 30 y principios de los 40 (Guti & Sc, 2013).

Se puede decir que esta especie en la zona de muestreo se capturó principalmente en la subregión de occidente en bosque seco y en cafetales, también en gallineros y en casas ubicadas en bosque tipo galería.

Al comparar la distribución de *Pi.(Pif.)columbiana* de acuerdo con Holdridge (Etter, 1998), se puede observar que esta especie se encuentra principalmente en zonas rurales intervenidas con cultivos y bosques tropicales tipo galería, compartiendo lo descrito por Young D y otros autores (Christensen et al., 1983). También se capturó en zonas de bosques secos.

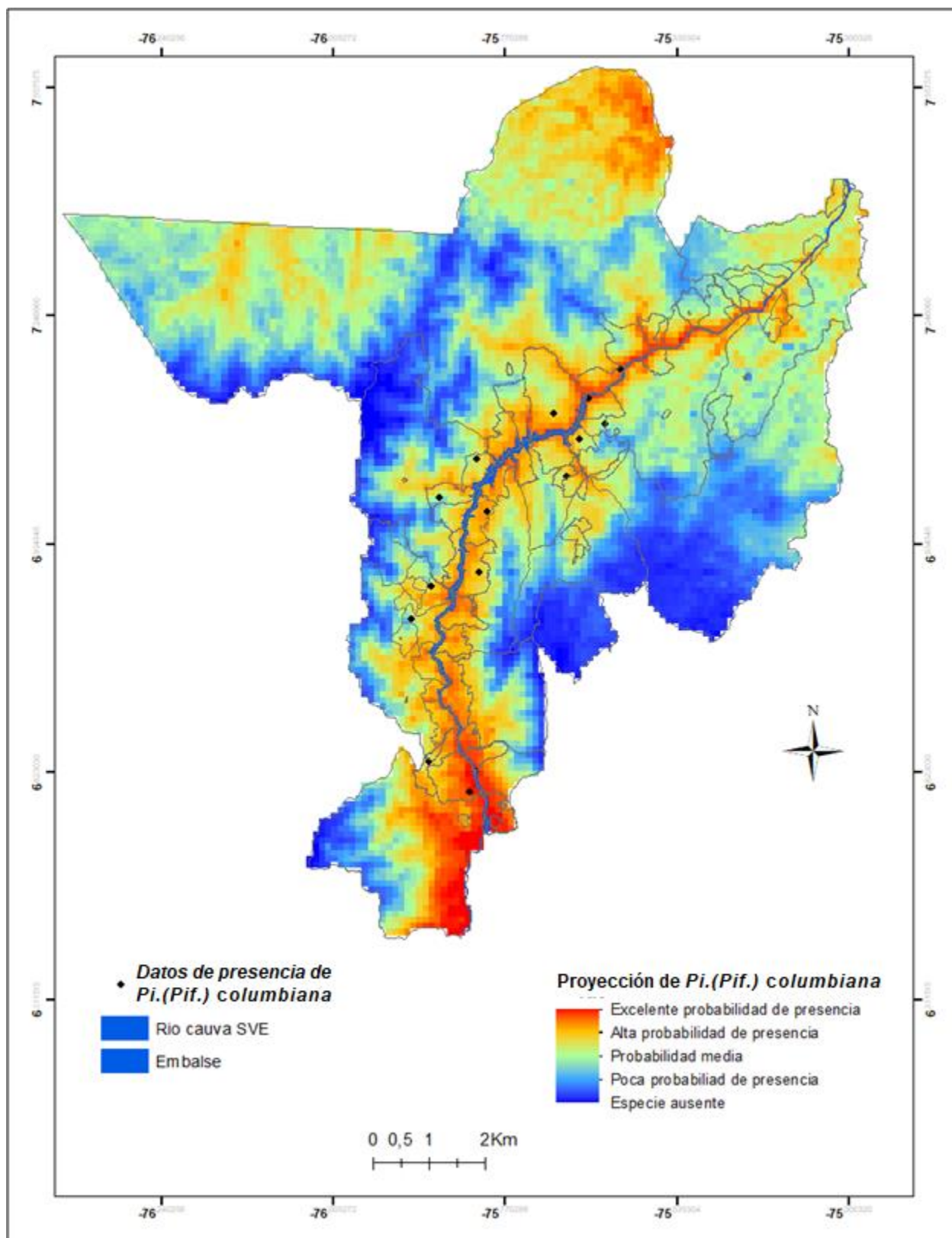
En cuanto a la temperatura, la cual está relacionada con los pisos térmicos de la zona, se observó que la especie prefiere los pisos templados, tanto húmedos como secos, pero también se capturó en pisos cálidos muy húmedos.

Al analizar la zona altitudinal de las capturas, se puede observar que *Pi.(Pif.) columbiana* se capturó en un rango amplio desde 500 a 1.900 msnm. Lo anterior concuerda con los reportes de Bejarano et al.en 2003 (capturas en rango altitudinal 100-2700 m.s.n.m) (Bejarano, Rojas, et al., 2003) y con autores acerca de su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes y zonas geográficas (Guti & Sc, 2013).

El mapa de proyección de la especie de *Pi.(Pif.) columbiana* (figura 23) se trabajó con datos extraídos de worldclim 2.1, tipo de raster SRTM de elevación y de las variables bioclimáticas anuales promedio de temperatura mínima, media y máxima y precipitación en resoluciones espaciales, de 30 segundos (~1 km²). La variable bioclimática más importante es BI07 (rango anual de temperatura) que aporta para esta especie el 33.5%, le sigue en importancia la variable BI04 (estacionalidad de temperatura) con 19.9% y por último la variable BI14 que aporta el 17.2%.

Se puede observar además que para esta especie hay probabilidad alta de que se registren capturas en la zona principalmente en Santa Fe de Antioquia, en la subregión occidente y probabilidad media en el resto de la zona de estudio.

Figura 23. Proyección de *Pi.(Pif.) colombiana* en las zonas de estudio.



2.6.5. *Psychodopygus panamensis* (Shannon, 1926)

Los caracteres morfológicos examinados para la identificación de esta especie son los descritos en las claves de Young y Galati.

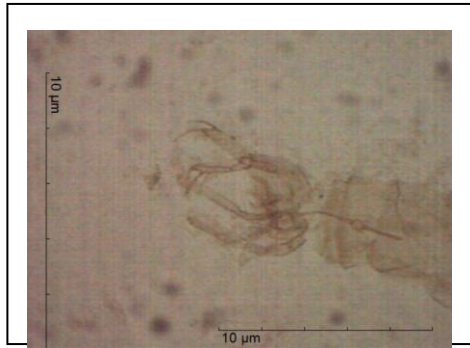
Para las hembras: el flagerómero III de la hembra es más corto que la epifaringe de manera que la relación A3/E es de aproximadamente 0.8, el V segmento palpal es 0.5 más pequeño que la longitud del III segmento palpal, el cibario tiene los dientes verticales dispuestos en hileras longitudinales (figura 24B), la espermateca está imbricada y el conducto espermatecal común tiene la mitad basal no estriada y es débil (figura 24 A).

Para los machos: el parámero tiene lóbulo principal y lleva dos mechones de hoja como setas; el brazo ventral tiene 2 grandes setas, uno apical y uno subapical, el estilo tiene 3 o 5 (a veces 6) espinas principales.(figura 25).

Figura 24. Foto de caracteres morfológicos para hembras de *Ps. panamensis* (Shannon, 1926), espermateca (A), cibario (B)



Figura 25. Foto de caracteres morfológicos para machos de *Ps. panamensis* (Shannon, 1926), coxito y estilo.



Se registra en México, Brasil, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa, Perú y Ecuador (May-Uc et al., 2011), Valle Moreno & Espinoza, 2006). *Ps. panamensis* está incriminada como vector de *L. panamensis* en Panamá y encontrada infectada naturalmente con *L. braziliensis* en Venezuela (Sandoval et al., 2006).

En Colombia se distribuye en 18 de 32 departamentos, es abundante en Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle del Cauca, donde es vector de Leishmaniasis cutánea y se registran en mayor cantidad brotes de este tipo de Leishmaniasis (Sandoval et al., 2006)(Vásquez Trujillo et al., 2008). Teniendo en cuenta los hábitos antropofílicos, comportamiento y abundancia estacional de *Ps. panamensis* en Colombia y aunque es considerada antropofílica; podemos afirmar que también se alimenta de otros huéspedes, prefiriendo pequeños mamíferos como roedores (Guti & Sc, 2013). Otros investigadores también determinaron que esta especie es frecuente en áreas periurbanas o rurales muy intervenidas tales como cultivos en zonas cafeteras, colectándose en intra y peridomicilio y tiene preferencia por reposar en el piso del bosque, siendo igualmente abundante tanto en el período seco como en el lluvioso (Guti & Sc, 2013)(Vásquez Trujillo et al., 2008).

La ecología de este vector está relacionada con el ambiente selvático, donde realiza su ciclo biológico y el riesgo de una exposición puede ocurrir durante la incursión o la realización de actividades recreativas de ecoturismo, científicas, extracción de madera y cacería en las zonas selváticas donde circulan el vector y los reservorios (Guti & Sc, 2013).

En el presente estudio esta especie es registrada solamente en las muestras colectadas en la subregión norte; se capturó en cebo humano (tal como se esperaba debido a su comportamiento antropofílico), en marraneras y en bosque tropical intervenido y fragmentado, con gran número de capturas especialmente en cultivos tipo cacaofera y hábitat tipo gallinero. De acuerdo con lo anterior y al comparar la distribución de *Lu. panamensis* con la de Holdridge (Etter, 1998), se puede observar que esta especie se encuentra principalmente en zonas rurales intervenidas con cultivos y bosques tropicales tipo galería (Christensen et al., 1983)

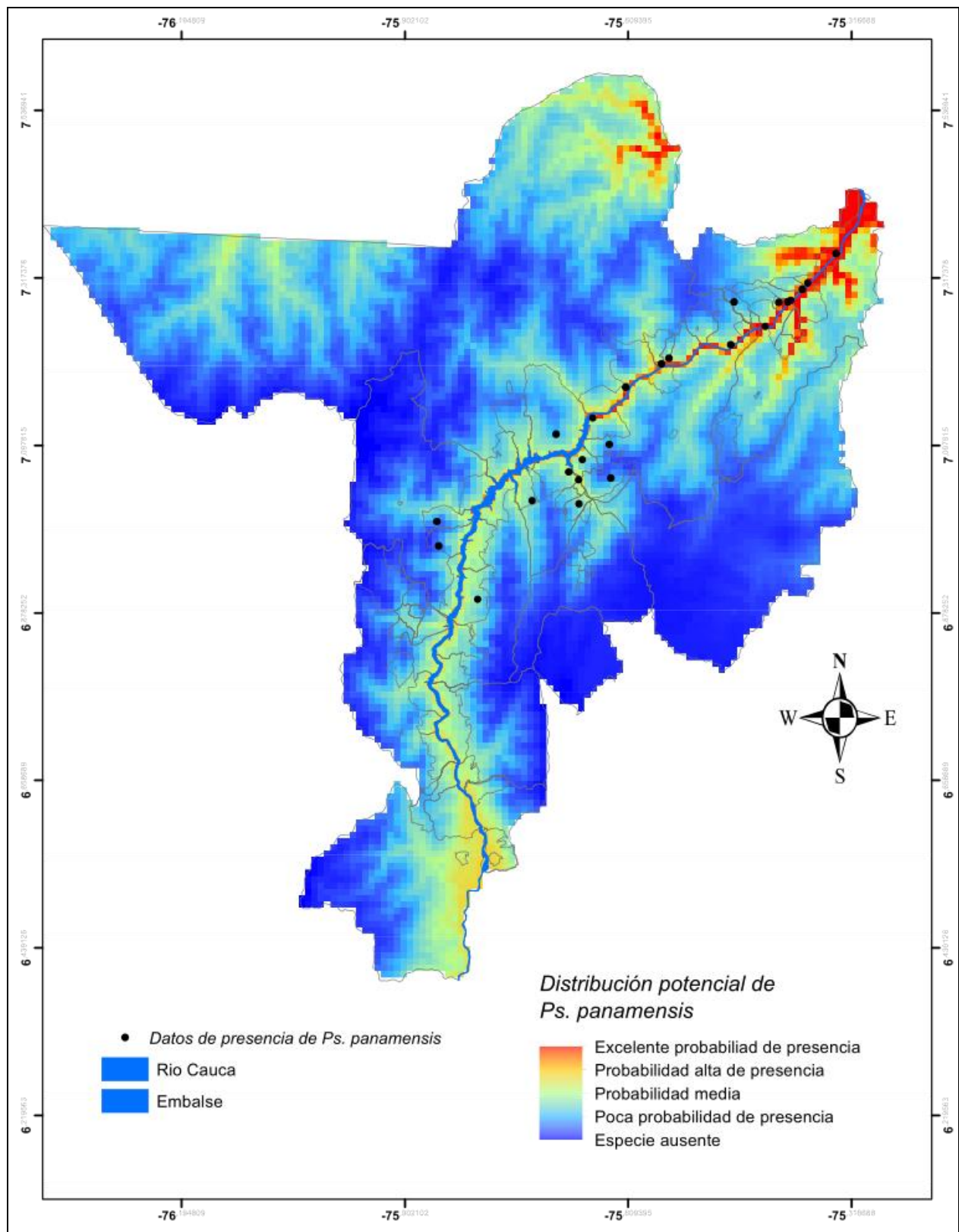
En cuanto a la temperatura, la cual está relacionada con los pisos térmicos de la zona, se observó que la especie se encuentra en pisos cálidos, templados húmedos, fríos y muy fríos. Esto concuerda con investigaciones previas, donde esta especie se capturó en climas fríos húmedos y climas templados superhúmedos (Guti & Sc, 2013).

Al analizar la zona altitudinal de las capturas vemos como *Ps. panamensis* se capturó en un rango amplio desde 200 a 1.917 m.s.n.m y solamente se capturó en la Subregión norte. Esto coincide expresamente con otros autores acerca de su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes y zonas geográficas y con otras investigaciones donde ésta especie se capturó en alturas de 970 a 2500 m.s.n.m (Guti & Sc, 2013).

La proyección de la especie de *Ps. panamensis*, (figura 26) se trabajó con datos extraídos de worldclim 2.1, tipo de raster SRTM de elevación y de las variables bioclimática anuales promedio de temperatura mínima, media y máxima y precipitación en resoluciones espaciales, de 30 segundos (~1 km²). Las estimaciones de las contribuciones relativas de las variables ambientales al modelo de Maxent muestran que los mayores aportes corresponden a las variables BI06 (temperatura mínima del período más frío), la cual el aporta un 33,9%, luego la variable BI04 (% de estacionalidad de temperatura) con el 32,2% y por último variable la variable BI15 (estacionalidad de la precipitación) con el 11.2%.

Se puede afirmar que donde hay zonas de bosque húmedo tropical y bosque intervenido hay alta probabilidad de encontrar ésta especie tal como se muestra en el mapa en la zona de color rojo. Lo anterior corresponde a la subregión norte y además la probabilidad de encontrarla es menor en la subregión occidente, lo que a su vez lleva a concluir que no es tan común en zonas de bosque seco.

Figura 26. Proyección de *Ps. panamensis* para las zonas de estudio.



2.6.6. *Nyssomyia trapidoi* (Fairchild & Hertig, 1952).

Los caracteres morfológicos examinados, para la identificación de esta especie son los descritos en las claves de Young.

Para las hembras: la cabeza de espermateca posee cinco anillos bien diferenciados, conducto de espermatozoides ausente, ductos individuales más cortos y completamente liso (figura 27A).

Para los machos: cuatro espinas 1 terminal, 1 subterminal y 2 en el nivel basal medio (figura 28).

Ny. trapidoi pertenece al subgénero *Nyssomyia* y fue descrita por Fairchild y Hertig en 1952; presenta una amplia distribución geográfica ya que además de Panamá, esta especie ha sido reportada en Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala, Colombia, Costa Rica y Ecuador (J. R. Vivero et al., 2009).

Figura 27. Foto de caracteres morfológicos para hembras *Ny. trapidoi* (Fairchild & Hertig, 1952), espermateca (A), cibario (B).

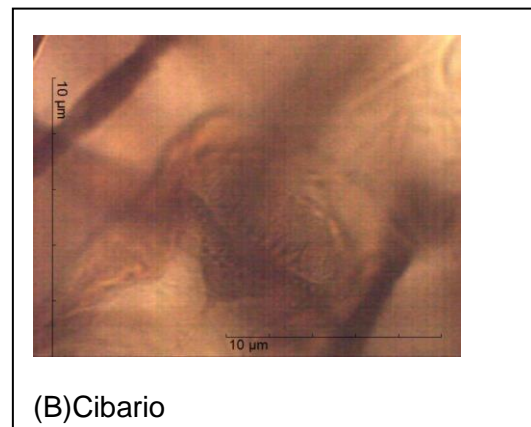
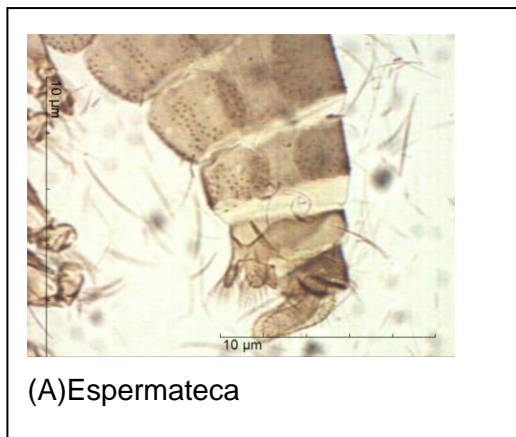
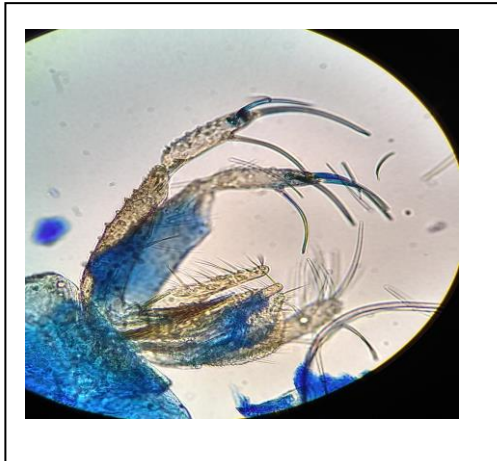


Figura 28. Foto de caracteres morfológicos para machos de *Ny. trapidoi* (Fairchild & Hertig, 1952), coxito y estilo



Esta especie constituye un importante vector de *Leishmania (Viannia) panamensis* (Dantas-Torres, 2009), es altamente antropofílica (D. G. G. Young, 1979), hallándose tanto en el peridomicilio como el extradomicilio (Santander et al., 2006, Areas Espinoza, 2002, Valderrama et al, 2008, J. R. Vivero et al., 2009). Es de hábitos nocturnos, se encuentra especialmente en la copa de los árboles y se alimenta de un amplio rango de hospederos; incluyendo animales reservorios de *Le. panamensis* tales como el perezoso de dos uñas *Choloepus hoffmanni* y caballares (J. R. Vivero et al., 2009). Durante el día desciende a nivel del suelo, reposando en el tronco de los árboles y en la hojarasca.

En Panamá y Ecuador, *Ny. trapidoi* ha sido incriminada como vector de *Le. panamensis* y presenta tres biotipos que son bosques secundarios, plantaciones de cultivos y cerca de las viviendas humanas. Estas características fueron observadas en la descripción original de *Ny. trapidoi* por Fairchild & Hertig, los cuales analizaron muestras de Panamá (localidad tipo) y de la costa Ecuatoriana (Guti & Sc, 2013).

En cuanto a Colombia, se encontró en Antioquia, Boyacá, Chocó, Santander, Tolima y Valle (J. R. Vivero et al., 2009), fue reportada en los focos de Leishmaniasis del Bajo Calima, Tumaco y El Carmen de Bolívar (Vergara, 2008). Además, *Ny. trapidoi* se considera vector primario de Leishmaniasis en diferentes localidades y se han aislado cepas de *Leishmania* sp en *Ny. trapidoi* en algunas regiones (Guti & Sc, 2013).

Según algunos estudios en la variación estacional, los picos más importantes de *Ny. trapidoi* se evidencian en julio y en diciembre/enero, pero prevalece durante todo el año. La actividad de picadura es nocturna y es registrada entre las 20:00 y 21:00 horas y de nuevo, de 03:00-04:00 horas. Otros reportes mencionan la actividad de picadura entre las 23:00 y las 05:00 horas (Guti & Sc, 2013).

Al comparar la distribución de *Ny. trapidoi* de acuerdo con Holdridge (Etter, 1998), se encuentra principalmente en zonas rurales intervenidas con cultivos y bosques tropicales tipo galería de la subregión norte, coincidiendo con lo escrito por Young. (Christensen et al., 1983) y también se capturó en zonas de bosques secos (Buriticá, Vereda Carauquia).

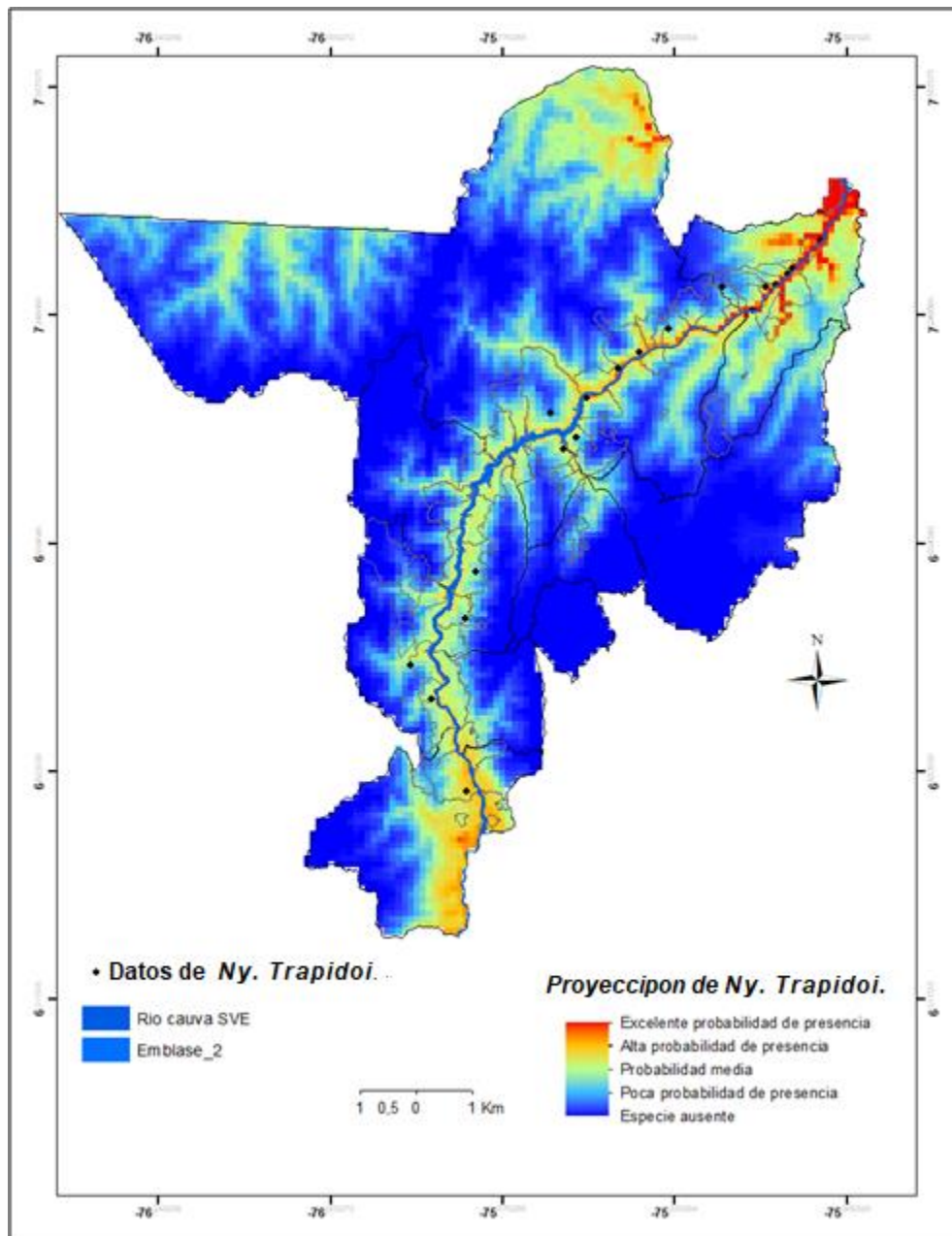
En cuanto a la temperatura, la cual está relacionada con los pisos térmicos de la zona, la especie se encontró en pisos cálidos muy húmedos y en pisos templados secos, lo que concuerda con investigaciones previas, donde ésta especie se capturó en climas templados muy húmedos (Guti & Sc, 2013). Adicionalmente, al analizar la zona altitudinal de las capturas, se observa que *Ny. trapidoi* fue capturada en un rango amplio desde 200 a 850 m.s.n.m. y esto coincide expresamente con otros autores acerca de su gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes y zonas geográficas y también con otras investigaciones donde la especie se registró en climas templados superhúmedos, en zonas cuya temperatura oscila entre 17,5 grados y 23 grados, con lluvia mayor de 3.000 mm anuales y con alturas entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m.

En cebo humano solamente se colectó para el municipio de Valdivia, siendo la segunda especie de mayor abundancia para este municipio, en Buriticá solo se colectó en trampa CDC, además para en este municipio no es la especie de mayor abundancia relativa.

El mapa de proyección de la especie de *Ny. trapidoi* (figura 29) se trabajó con datos extraídos de worldclim 2.1, tipo de raster SRTM de elevación y de las variables bioclimáticas anuales promedio de temperatura mínima, media y máxima y precipitación en resoluciones espaciales, de 30 segundos (~1 km²). Las variables bioclimáticas que mas aportaron para esta especie son BI06 (temperatura mínima del período más frío), la cual aporta 29.8% seguida de la variable BI09 (temperatura promedio en el trimestre más seco) con 23.2% , luego la variable BI17 (precipitación en el trimestre más seco) con el 12.2% y por último la variable BI15 (estacionalidad de la precipitación) con el 9.1%.

Por último, se puede afirmar que ésta especie tiene alta probabilidad de ser colectada en la zona; principalmente en Puerto Valdivia, en la subregión norte y probabilidad media en Santa Fe de Antioquia.

Figura 29. Proyección de *Ny. Trapidoi*. en las zonas de estudio



2.7. Discusión

En el presente estudio, basados en morfología externa, se identificaron 25 especies del género *Lutzomyia*, encontrándose seis especies: *Lu.(Trl.)gomezi*, *Ny.yuilli*, *Lu. (Hel.)hartmanni*, *Pi. (Pif.) columbiana* y *Ps. panamensis*, las cuales han sido incriminadas como vectores de Leishmaniasis y además están presentes en estos ecosistemas de acuerdo con lo reportado por Montoya y Lerma, 1990.

De acuerdo con las tablas de ausencia y presencia de especies de *Lutzomyia* en las veredas monitoreadas; se confirma la persistencia de algunas especies de *Lutzomyia* durante todo el año de muestreo, de las seis especies hay cuatro que coinciden con los reportes en los estudios de comportamiento antropofílico realizados por *Chaniotis et al* en 1972 (*Ps. panamensis*, *Lu.(Trl.) gomezi*, *Ny. trapidoi* y *Ny. yuilli*). Las seis especies fueron colectadas en cebo humano durante esta investigación, todas tienen hábitos antropofílicos y son incriminadas como vectores de Leishmaniasis en Colombia. Además, la de mayor importancia por sus antecedentes como vector de *Le. panamensis* es *Lu.(Trl) gomezi*, vector reconocido de Leishmaniasis cutánea en diversas regiones del país.

El registro horario de capturas a lo largo de la noche, permite conocer los periodos de máxima actividad de los flebotomíneos, de modo que el estudio de su actividad nocturna y de los factores que influyen sobre la misma es de vital importancia para determinar su potencialidad como vectores de la enfermedad. De acuerdo con lo anterior, en este estudio se analizó el ciclo nocturno de algunas especies presentes en la zonas pero no fue posible en algunas de ellas debido a factores de orden público. Sin embargo, donde pudo ejecutarse, se evidenció un comportamiento relativamente similar con un período de actividad constante de las 18:00 a las 22:00 horas.

Es importante anotar que la especie *Lu.(Trl) gomezi* que es de gran importancia médica, presenta mayores picos de actividad entre las 18:00 y las 20:00 horas; por lo tanto, éste es el rango horario que puede considerarse de máximo riesgo para la población humana. También fue la especie que se colectó de manera más abundante tanto en trampas CDC como Shannon; lo que indica que posiblemente es la especie dominante en el sitio de colecta y además, fue abundante durante la temporada lluviosa en el bosque de tierras intervenidas. Por otra parte, la

competencia vectorial de *Lu.(Trl.) gomezi* ha sido demostrada en laboratorio y en trabajos de campo realizados en el país (Ramírez 1992). Toda esta información parece indicar que el papel de *Lu.(Trl.) gomezi* como vector de Leishmaniasis es más importante de lo que se había considerado en el pasado y fue incluida en el listado de especies implicadas como vectores de Leishmaniasis en el Nuevo Mundo (Contreras, 2014).

La segunda especie en abundancia fue *Ny. trapidoi*, seguida por *Ps. panamensis*, *Ny. yuilli*, *Pi. (Pif.)columbiana* y *Lu. (Hel.)hartmanni*. Lo anterior coincide con trabajos realizados anteriormente para el país por Contreras en 2013, quién demostró que éstas especies estaban incluidas entre las especies de hábitos antropofílicos más abundantes en zonas cafeteras.

Por motivos de orden público, no fue posible ubicar las trampas CDC y Shannon a más de 100 m de distancia de las viviendas y en algunas veredas la trampa Shannon se ubicó en los patios o solares de las mismas. Además, es importante aclarar que el cebo humano se llevó a cabo mientras se realizó captura en trampa Shannon, lo cual concuerda con lo planteado por Killick - Kendrick (1978), quienes manifestaron que el rango de atracción de la trampa CDC para Phlebotominae es menor a 2 metros, lo que a su vez conlleva a considerar que los ejemplares capturados en el peridomicilio no son atraídos desde el bosque si no que probablemente tienen su microhábitat establecido en el hábitat.

Por consiguiente, la proximidad de las trampas a los sitios de reposo es probable que sea uno de los elementos que ha favorecido la captura en nuestro estudio, donde el peridomicilio constituye el hábitat de los vectores y representa un área de transición entre el intradomicilio y el bosque fragmentado o zonas de cultivo (Mendez, 1999).

En cuanto a distribución de especies, se estableció a través de mapas, la asociación de la distribución en localidades pertenecientes principalmente a bosque tropical húmedo (áreas intervenidas). Sin embargo, su distribución no está restringida a este tipo de bosque ya que algunas especies fueron capturadas en bosque seco tropical y matorrales de las veredas de Barbacoas, Podemos citar a Las veredas La Angelina y Mogotes del municipio de Buriticá para la subregión occidente y a las veredas La Honda y Motes Galgos del municipio de Ituango para la subregión norte (mapas de ecosistemas), donde fueron colectadas tanto en bosque húmedo tropical intervenido como en bosque seco tropical.

Para los rangos de temperatura se presentó una variación amplia en las especies de *Lutzomyia*, ya que fueron colectadas desde clima cálido a templado, pasando por los diferentes subclimas. Tal es el caso de *Lu. (Trl.) gomezi* que en la zona de muestreo se registró en

subclima cálido húmedo, muy húmedo y seco, subclima frío húmedo y seco y en subclima templado muy húmedo, húmedo y seco. Por otro lado, *Ny. trapidoi* se capturó solamente en subclima cálido muy húmedo. *Ps. panamensis* presentó un rango más amplio ya que se colectó en subclima cálido muy húmedo, frío húmedo, templado húmedo y templado muy húmedo. Por el contrario, *Ny. yuilli* solamente se capturó en subclima cálido muy húmedo, *Pi. (Pif.) columbiana* por su parte se capturó en pisos térmicos cálidos y templados (cálido muy húmedo, templado muy húmedo y templado seco) y *Ny. trapidoi* se capturó solamente en dos subclimas que fueron cálido muy húmedo y templado seco.

Algunas especies de *Lutzomyia* tienen un comportamiento oportunista que puede favorecer la colonización de nuevos ambientes y, por lo tanto, permitirles alcanzar una mayor distribución; tal es el caso de *Lu. (Trl.) gomezi* que mostró preferencia por todos los microhábitats (bosque, cacaotera, cafetal, gallinero, viviendas). Por su parte, *Lu. (Hel.) hartmanni* y *Ps. panamensis* mostraron preferencia por bosque, cacaotera y gallinero; finalmente *Ny. trapidoi* y *Ny. yuilli* por bosque y cacaotera. Lo anterior demuestra que *Lu. (Trl.) gomezi* presenta mayor adaptabilidad a los microhábitats.

2.8. Conclusiones

Los principales hallazgos se describen a continuación:

Durante la realización de este estudio se observó gran variedad de especies del género *Lutzomyia*, ampliamente distribuidas en el área de la mayoría de los sitios monitoreados, algunos de estos ubicados en bosques tipo galerías y zonas de cultivo de café y cacao.

Con base en los datos obtenidos en esta investigación, puede decirse que en la zona de monitoreo hay 25 especies de *Lutzomyia* de las cuales solamente seis están implicadas en la transmisión de Leishmaniasis cutánea: *Lu. (Trl.) gomezi*, *Ny. yuilli*, *Lu. (Hel.) hartmanni*, *Pi. (Pif.) columbiana*, *Ps. panamensis* y *Ny. trapidoi*, las cuales son más importantes por su abundancia, su tendencia a ocupar áreas intervenidas y su mayor antropofilia. Lo anterior es una clara evidencia de que estas especies han sabido aprovechar los factores abióticos que más repercusión tienen en los cambios de la dinámica poblacional como son la humedad relativa, la temperatura y la altitud.

Las especies más abundantes en la zona de estudio fueron *Lu. (Tri.) gomezi* (50.2%), *Ps. panamensis* (16.86%) *Lu.(Hel.) hartmanni* (10%) y *Ny. trapidoi* (8%)

Debe tenerse muy en cuenta la presencia de *Ps. panamensis* en la zona de estudio, debido a que ha sido considerada vector natural de *Le. panamensis* en Suramérica.

En esta investigación, se muestra por primera vez y por medio de mapas digitales, la distribución detallada de los vectores de Leishmaniasis en las veredas que hacen parte del área de influencia de la construcción de megaproyectos como lo son la central hidroeléctrica “Ituango” y a futuro la central hidroeléctrica “El espíritu Santo”, las cuales se ubican en jurisdicción de ocho municipios de Antioquia. Es importante resaltar esto ya que en el control vectorial y por ende; en el control de las enfermedades que estos transmiten, una de las estrategias importantes es la elaboración de mapas de distribución de las especies; lo que constituye a su vez una herramienta de gran utilidad ya que permiten establecer las zonas en donde se encuentran los vectores y predecir a largo plazo posibles focos de aparición de la enfermedad.

Esta investigación es por lo tanto, una herramienta para empresas que realizan o que pretendan realizar diferentes obras en la zona, para así poder implementar programas de control y prevención antes de ingresar con el personal.

Los resultados del presente estudio se constituyen en una línea base que permite a futuro comparar la variación de la entomofauna de especies de *Lutzomyia*, considerando que se tienen planteados programas de sustitución de cultivos ilícitos por cultivos de cacao y café, en especial para la subregión norte y para la subregión occidente (aunque en esta última no hay registro de cultivos ilícitos).

Para éstas zonas, la propuesta que tiene el gobierno es incentivar la siembra de café y por otro lado algunas empresas están sembrando bosques artificiales. Además, las empresas que construyen las centrales hidroeléctricas tienen programada la siembra de bosques tipo galería alrededor de las represas.

La presente investigación permite tener una buena aproximación de la composición de especies de *Lutzomyia* de la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.

2.9. Referencias

- Abradee, A. B. de D. de E. E. (2021). *List of hydroelectric power stations in Brazil*. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. <https://www.abradee.org.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor/>
- Acosta, L. A., Mondragon-Shem, K., Vergara, D., Velez Mira, A., Cadena, H., & Carrillo, L. M. (2012). 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>
- Agudelo Chivatá, N. J. (2019). Informe de evento Leishmaniasis Cutánea, Mucosa Y Visceral, Colombia 2018. *Instituto Nacional De Salud*, 05(31), 2–28. https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/LEISHMANIASIS_2018.pdf
- 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), 1–40. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004349>
- 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>
- 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>
- Almazán, M. C., Copa, G. N., Lauthier, J. J., Gil, J. F., López Quiroga, I., Hoyos, C. L., Díaz Fernández, M. E., Nasser, J. R., Korenaga, M., Marco, J. D., & Barroso, P. A. (2020). Sand fly typing: a simple and morphologically-supported method based on polymorphism of 18S

- rRNA gene in a Leishmaniasis endemic area of Argentina. *Acta Tropica*, 211(April), 105609. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105609>
- Alvar, J., Vélez, I. D., Bern, C., Herrero, M., Desjeux, P., Cano, J., Jannin, J., & den Boer, M. (2012). Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. *PLoS ONE*, 7(5), e35671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035671>
- Álvarez, C. J. (1974). *Evaluación potencial hidroeléctrico del Cauca Medio alternativas para su desarrollo Volumen IV Anexos*. Interconexión eléctrica S.A. <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2581>
- Amador., C., & Mattar, S. (2005). *Estudio prospectivo de casos de leishmaniasis cutánea en soldados acantonados en Montería , 2002* . *Infectio* 9(2) pp. 63–69. https://revistainfectio.org/P_OJS/index.php/infectio/article/view/207/231
- Andrade Filho, J. D., & Brazil, R. P. (2003). Relationships of New World Phlebotomine Sand Flies (Diptera: Psychodidae) Based on Fossil Evidence. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(SUPPL. 1), 145–149. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000900022>
- Antunes, P. C. (1937). Informe sobre una investigación entomológica realizada en Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 6(2), 65–87. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/23519/24218>
- Áñez, N., Cazorla, D., Nieves, E., Chataing, B., Castro, M., & De Yarbu, A. L. (1988). Epidemiología de la leishmaniasis tegumentaria en Merida, Venezuela. i. Diversidade y dispersion de especies flebotominas en tres pisos altitudinales y su possible rôle en la transmission de enfermedad. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 83(4), 455-463. <https://doi.org/10.1590/s0074-02761988000400011>
- Aramayo, L. V., Copa, G. N., Hoyos, C. L., Almazán, M. C., Juarez, M., Cajal, S. P., Krolewiecki, A. J., Nasser, J. R., & Gil, J. F. (2022). Tegumentary leishmaniasis and sandflies in Colonia Santa Rosa locality in northern Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 54(2), 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.06.002>
- Areas Espinoza, P. M. (2002). *Determinación dela Composición de Especies y Abundancia Relativa del Género Lutzomyia Franca, 1924 (Diptera: Psychodidae) en el Distrito de Arraijan, Corregimiento de Santa Clara, Republica De Panamá*. [Tesis]. Universidad De

Panama. Repositorio http://up-rid.up.ac.pa/4408/1/perla_espinoza.pdf

Barata, R. A., Ursine, R. L., Nunes, F. P., Morais, D. H., & Araújo, H. S. (2012). Synanthropy of mosquitoes and sand flies near the Aimorés hydroelectric power plant, Brazil. *Journal of Vector Ecology*, 37(2), 397–401. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2012.00243.x>

Barreto, M., Burabano, M. E., & Barreto, P. (2006). Registros de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en nuevas localidades de Colombia. *Colombia Medica*, 37(1), 39–45. <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6185/1/Description%20of%20Lutzomyia.pdf>

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, 116–122. <https://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/62>

Bates, P. A., Depaquit, J., Galati, E. A. B., Kamhawi, S., Maroli, M., McDowell, M. A., Picado, A., Ready, P. D., Salomón, O. D., Shaw, J. J., Traub-Csekö, Y. M., & Warburg, A. (2015). Recent advances in phlebotomine sand fly research related to leishmaniasis control. *Parasites and Vectors*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0712-x>

Bejarano, Eduar Elías (2006a). Lista actualizada de los psicódidos (diptera: psychodidae) de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 45, 47–56. <https://www.redalyc.org/pdf/424/42445106.pdf>

Bejarano Eduar Elías. (2006b). *Lista actualizada de Psicodidos (Diptera: Psychodidae) de Colombia*. (p. vol. 45, núm. 1, 2006, pp. 47-56,.). *Folia Entomológica Mexicana*. <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>

Bejarano, E. E., Rojas, W., Uribe, S., & Vélez, I. D. (2003). Sistemática de especies de *Lutzomyia* del grupo *Verrucarum* Theodor, 1965 (Diptera: Psychodiadae). *Biomédica*, 23(1), 87. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v23i1.1200>

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. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v23i3.1228>
- 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>
- Bruce F. Edman Eldridge, John D. And Eldridge, B. F. (2000). *Medical Entomology: A Textbook on Public Health and Veterinary Problems Caused by Arthropods*. Springer Science & Business Media. (2a ed). eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1009-2>
- Caranqui, Cobo & Kiberly Lizeth, K. (2020). *Estudios filogenéticos de *Pintomyia serrana* y *Pi. robusta*, en Ecuador mediante el gen Citocromo c Oxidasa I (COI)* . [Tesis] Universidad San Francisco de Quito. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8736>
- Cárdenas, R., Romoz, 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. *Biomédica*, Vol. 19(3), 239–244. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v19i3.1028>
- Cazorla-Perfetti, D. (2015). Lista comentada de los flebotominos (Diptera:Psychodicade, Phlebotominae) citados para Venezuela. *Saber*, 27(2), 178-231. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-
- Consolim, J., Luz, E., & Torres, P. B. (1990). Flebótomos da área do reservatório da hidroelétrica de Itaipu, estado do Paraná, Brasil: Diptera, Psychodidae. *Cadernos de Saúde Pública*, 6(1), 86–89. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x1990000100009>
- Christensen, H. A., Fairchild, G. B., Herrer, A., Johnson, C. M., Young, D. G., & de Vásquez, A. M. (1983). The ecology of cutaneous leishmaniasis in the republic of Panama1. *Journal of Medical Entomology*, 20(5), 463–484. <https://doi.org/10.1093/jmedent/20.5.463>
- Contreras, M. A.(2013). *Lutzomyia spp. (Diptera: Psychodidae) en zonas cafeteras de la región andina colombiana: taxonomía e importancia médica*. [tesis de Mestría. Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11926/64703281.2013.pdf?sequence=1>

&isAllowed=y

- Contreras, M. A., Vivero, R. J., & Bejarano, E. E. (2012). Nuevos registros de flebotómíneos (Diptera: Psychodidae) en el área de influencia del río Amoyá en Chaparral, Tolima. *Biomédica*, 32(1), 263–268. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i2.438>
- Contreras-Gutiérrez, M. A., Vélez, I. D., Porter, C. H., & Uribe, S. (2014). Lista actualizada de flebotómíneos (Diptera: psychodidae: phlebotominae) de la región cafetera colombiana. *Biomedica*, 34(3). <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i3.2121>
- 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). Epidemiology of visceral leishmaniasis in Colombia. *American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 40(5), 480–486. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1989.40.480>
- Corredor, A., Kreutzer, R. D., Tesh, R. B., Boshell, J., Palau, M. T., Caceres, E., Duque, S., Pelaez, D., Rodriguez, G., & Nichols, S. (1990). Distribution and etiology of leishmaniasis in Colombia. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 42(3), 206–214. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1990.42.206>
- Cortés Alemán, Luis, Pérez-Doria, Alveiro, & Bejarano Martínez, Eduar Elías. (2009). Flebotómíneos (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&tlng=es
- Cruz, M. F. R., Galati, E. A. B., & Cruz, C. F. R. (2012). Ecological aspects of the sandfly fauna (Diptera, Psychodidae) in an American cutaneous leishmaniasis endemic area under the influence of hydroelectric plants in Paranapanema river, State of Paraná, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*, 45(4), 430–436. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0037-86822012000400003>
- Dantas-Torres, F. (2009). Canine leishmaniosis in South America. *Parasites & Vectors*, 2(Suppl 1), S1. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-s1-s1>
- Dégallier, N., Travassos da Rosa, A. P. de A., Hervé, J.-P., Vasconcelos, P. F. da C., Travassos da Rosa, J. F. S., Filho, G. C. S., & Pinheiro, F. de P. (1989). Modifications os Arbovirus

Eco-epidemiology in Tucuruí, Pará, Brazilian Amazonia, related to the Constuction of a hydroelectric dam. Fifth Symposium-*Arbovirus research in Australia*, 124–135. <http://patua.iec.gov.br/handle/iec/2817>

Dirección Seccional de Salud de Antioquia, (DSSA) & Laboratodio Departamental de Salud Pública (LDSP). (1998). *Distribución de Lutzomyia para el departamento de Antioquia* [Data set].

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-](https://dssa.gov.co/index.php/vigilancia-en-municipios)

Dougherty, M. J., Ward, R. D., & Hamilton, G. (1992). Evidence for the accessory glands as the site of production of the oviposition attractant and/or stimulant of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). *Journal of chemical ecology*, 18(7), 1165–1175. <https://doi.org/10.1007/BF00980071>

Dujardin, J. P., Le Pont, F., & Martinez, E. (1999). Quantitative Phenetics and Taxonomy of Some Phlebotomine Taxa. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(6), 735–741. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000600006>

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), e0139391. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139391>

Ferro, C., & Morales, A. (1988). Lista de las especies de Flebotomos (Diptera: psychodidae, phlebotominae) de Colombia. *Biomédica*, 8(3–4), 68. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v8i3-4.1957>

Flórez, M., Martínez, J. P., Gutiérrez, R., Luna, K. P., Serrano, V. H., Ferro, C., Angulo, V. M., & Sandoval, C. M. (2012). *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) en un foco suburbano de leishmaniosis visceral en el Cañón del Chicamocha en Santander, Colombia. *Biomédica*, 26(1), 109. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1505>

Forattini, O. P. (1973). *Entomologia Médica: IV Psychodidae, Phlebotominae, leishmanioses, bartonelose*. Edgard Blucher, São Paulo, Ed. Edgard Blücher/Ed. Univ. S.Paulo

- 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*, 2016, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2016/9819723>
- Galardo, A. K. R., Galardo, C. D., Silveira, G. A., Ribeiro, K. A. N., Hijjar, A. V., Oliveira, L. L., & dos Santos, T. V. (2015). Phlebotominae sand flies (Diptera: Psychodidae): Potential vectors of American cutaneous leishmaniasis agents in the area associated with the Santo Antônio hydroelectric system in Western Amazonian, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 48(3), 265–271. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0088-2015>
- Galati, E. A. B. (2009a). *Bioecologia e Identificacao de Phlebotominae: Classificacao, Morfologia e Terminologia e Identificacao de Adultos*. Vol I – II. Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública Universidade de São Paulo..
- Galati, E. A. B. (2009b). Distribuição geográfica dos Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) das Américas. Apostila Disciplina HEP 5752. Bioecologia e Identificação de Phlebotominae 2009. Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo; 2009a.
- Galati, E. A. B. (2014a). Phlebotominae (Diptera, Psychodidae). Classificação Morfologia e Terminologia e Identificação de Adultos. Apostila Disciplina HEP 5752. Bioecologia e Identificação de Phlebotominae 2009. Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo; 2009b
- Galati, E. A. B. (2014b). Phlebotominae (Diptera, Psychodidae). Classificação Morfologia e Terminologia e Identificação de Adultos. Apostila Disciplina HEP 5752. Bioecologia e Identificação de Phlebotominae 2009. Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo; 2009b
- Galati, E. A. B. (2018). Morfologia e terminologia de Phlebotominae (Diptera: Psychodidae). Classificação e identificação de táxons das Américas. Vol 1. *Apostila da Disciplina Bioecologia e Identificação de Phlebotominae do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública*, 1, 1–136.

- 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>
- García-Leal, J., Carrero-Sarmiento, D., & Hoyos- López, R. (2020). Diversidad del género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en municipios del departamento de Córdoba – Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 25(3), 1–35. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.90684>
- García, D. A., & Flórez García, V. (2019). “*Comportamiento Epidemiológico De Leishmaniasis Relacionado a Factores Sociales y Demográficos en el Departamento de Sucre 2015-2018*” [Tesis Maestría investigativa en Salud Pública. Universidad del Norte]. <https://hdl.handle.net/10584/9396>
- Gast Galvis, A., & Rengifo, S. (1996). Leishmaniasis visceral. Estudio del primer caso diagnosticado en Colombia. *Biomédica*: 16:5-12. <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/download/1422/1538/5048>
- Goenaga-Mafud, L. C., Eyes-Escalante, M., & Florez-Arrieta, F. (2020). First assessment about the phlebotomine fauna (Psychodidae: Phlebotominae) of atlántico department from Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 25(3), 284–292. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n3.78771>
- Gomes, A. D. C., Galati, E. A. B., Paula, M. B. de, & Mucci, L. F. (2012). Phlebotomines in the Area Adjacent To the Porto Primavera Dam, Between São Paulo and Mato Grosso Do Sul States, Brazil. *Revista de Patologia Tropical*, 41(2). <https://doi.org/10.5216/rpt.v41i2.19323>
- 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 Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 26(1), 121–133., 26(1)(1), 121–133. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.9>
- Gómez Vergara, T. F., (2020). *Actualización del inventario de PCHs en Colombia en una herramienta computacional para visualización web* [Tesis de Grado. Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1290&context=ing_electrica

- Gradoni, Luigi. & Bruschi, Fabrizio. (2018). The Leishmaniasis: Old Neglected Tropical Diseases. A Brief Introduction to Leishmaniasis Epidemiology. *Springer eBook*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72386-0>
- Grimaldi, G., Tesh, R. B., & McMahon-Pratt, D. (1989). A review of the geographic distribution and epidemiology of leishmaniasis in the New world. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 41(6), 687–725. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1989.41.687>
- Herrer, A., & Hertig, M. (1943). Observaciones sobre Phlebotomus y Anopheles en el Callejón de Huaylas. *Revista de Medicina Experimental*, 2,(n:1). 37–46. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v2n1/a03v2n1.pdf>
- Hincapié., C. E. R. (2009). *Monografía. Hidroeléctrica de Urrá: Historia y Conflicto Social*. [Tesis de Grado, Facultad de Economía, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/57ac15a0-1653-431d-9411-b8e229dc6ec4/content>
- Hoyos López, R., Vivero Gómez, R. J., Contreras, M. A., & Soto Uribe, S. (2013). Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) en un área rural de Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 51–55. https://www.researchgate.net/publication/256097058_Flebotomineos_Diptera_Psychodidae_en_un_area_rural_de_Santa_Fe_de_Antioquia_Colombia
- International Hydropower Association [iha]. (2022).. *Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica*. <https://www.hydropower.org/country-profiles/peru>
- Instituto Nacional de Salud. (2010). *Guía protocolo para la vigilancia en salud pública de leishmaniasis*. <https://www.minsalud.gov.co/Documents/Salud%20P%C3%BAblica/Ola%20invernal/protocolo%20LEISHMANIASIS.pdf>
- Isagen E.P.S. (2008). *Informe de gestión social* (pp. 1–100). <https://www.yumpu.com/es/document/read/32347983/1-isagen-sa-esp-a-informe-ambiental-a-2008>.
- Jones, L. A., Cohnstaedt, L. W., Beati, L., Terán, R., Renato, L., & Munstermann, L. E. (2012). New records of Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) from Ecuador.

Proceedings of The Entomological Society of Washington, 112(1), 47-53. <https://doi.org/10.4289/0013-8797-112.1.47>

Killick-Kendrick, R., Wilkes, T. J., Bailly, M., Bailly, I., & Righton, L. A. (1986). Preliminary field observations on the flight speed of a phlebotomine sandfly. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 80(1), 138–142. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(86\)90213-0](https://doi.org/10.1016/0035-9203(86)90213-0)

Kreutzer, R. D., Corredor, A., Grimaldi, G., Grogl, M., Rowton, E. D., Young, D. G., Morales, A., McMahon-Pratt, D., Guzman, H., & Tesh, R. B. (1991). Characterization of *Leishmania colombiensis* sp. n (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), a new parasite infecting humans, animals, and phlebotomine sand flies in Colombia and Panama. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 44(6), 662–675. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1991.44.662>

Lainson, R. (2010). The Neotropical *Leishmania* species: a brief historical review of their discovery, ecology and taxonomy. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 1(2), 13–32. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232010000200002>

Lane, R. & R. D. Ward. (1984). *La morphology and possible function of abdominal patches in males of two forros of the Leishmaniasis vector Lutzomyia longipalpis (Diptera: édPhlebotominae)*. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. med. et Parnsitol., vol 22:245-249. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/entomo/28381.pdf

Lemos, J. C., do Carmo, L. S. ., Neto, P. A. A. ., Casagrande, B. ., Vieira, da Silva, G. S. da., Ferrete, J. A., & Oliveira Magalhães, M. J. (2004). Encontro de *Lutzomyia longipalpis* na Área de Implantação da usina Hidrelétrica Capim Branco I, na bacia do rio Araguari, no Município de Uberlândia, Minas Gerais - Brasil. *Caminhos de Geografia*, 5(11), 186-198. <https://doi.org/10.14393/rcg51115336>

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. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 6(2), 25–31. <https://doi.org/10.18272/aci.v6i2.176>

Lewis, D. J., Young, D. G., Fairchild, G. B., & Minter, D. M. (1977). Proposals for a stable classification of the Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). *Systematic*

Entomology, 2, 319–332. <https://doi.org/DOI:10.1111/j.1365-3113.1977.tb00381.x>

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. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 50(2), 106–114. <https://doi.org/10.18273/revsal.v50n2-2018002>

May-Uc, E., Hernández-Arana, H. A., & Rebollar-Téllez, E. A. (2011). Distribución de flebotominos (diptera: psychodidae) en Quintana Roo, México. En *Acta Zoologica Mexicana: Vol. 27(2)*, 273–289. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.272753>

Melo, L. R. (2021). *Estudo dos flebotomíneos (Diptera : Psychodidae : Phlebotominae) , em cavernas calcárias, Pains, Minas Gerais*. [Mestrado em Ciências da Saúde. Universidade Federal de Lavras]<http://repositorio.ufla.br/handle/1/46867>

Méndez Cardona, S. A. (2021). *Descripción del cuarto estadio larval de Pintomyia longiflocosa e implicaciones taxonómicas en el subgénero Pifanomyia* [Tesis. Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/53899/24942.pdf?sequence=1>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2010). *Gestión para la vigilancia entomológica y control de leishmaniasis en Colombia*. MSPS, INS, OPS. http://simudatsalud-risaralda.co/normatividad_inv7/Entomologica%20Leishmaniasis.pdf

Molina, R. (1994). Capacidad vectorial de una colonia de *Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911 en la leishmaniosis visceral. [Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=200400>

Montenegro, F., Arroyo, C., Vivero, R., Uribe, S. I., Vivero, J. R., & Uribe, S. I. (2013). Presencia del género *Lutzomyia* (Díptera Psychodidae: Phlebotominae) en focos históricos de Bartonellosis en el Departamento de Nariño-Colombia. *RFS Revista Facultad de Salud*, 5(1), 27. <https://journalusco.edu.co/index.php/rfs/article/view/128/223>

- 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. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(3), 277–283. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000300001>
- 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. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-635838>
- Morales, A., & Rodriguez, G. (1996). Comentario epidemiológico sobre el primer caso colombiano de leishmaniasis visceral. *Biomédica*, 16, 21–24. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v16i1.886>
- Neitzke-Abreu, H. C., Costa, G. B., da Silva, M. N., Palacio, E., da Silva Cardoso, A., de Almeida, P. S., & da Costa Lima-Junior, M. S. (2022). Geographic distribution of human leishmaniasis and phlebotomine sand flies in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Parasites & Vectors*, 15(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05353-0>
- 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 Panamericana de la Salud. [OPS]. (2020). *¿Leishmaniasis?* Paho.org. <https://www.paho.org/es/temas/leishmaniasis>
- Organización Panamericana de la Salud. [OPS]. (2022). *Leishmaniasis: Informe Epidemiológico de las Américas*. OPS. <https://www.paho.org/es/temas/leishmaniasis>
- Organización Panamericana de la Salud. [OPS]. (2019). Manual de procedimientos para vigilancia y control de las leishmaniasis en las Américas. En OPS (Ed.), *OPS* (2da ed.). <https://doi.org/https://doi.org/10.37774/9789275320631>
- Osorno Mesa, E., Morales Alarcón, A., & De Osorno, F. (1967). Phlebotominae de Colombia (Diptera, Psychodidae): I. Distribución geográfica de especies de *Phlebotomus* registradas con algunas anotaciones biológicas y descripción de una nueva.". *Caldasia*, 10(46), 27–38.

<http://www.jstor.org/stable/23641149>

- Pardo, R., Ferro, C., Lozano, G., Lozano, C., Cabrera, A., & Davies, C. (1999). Flebótomos 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*, 147–163. <https://agris.fao.org/search/ru/records/64775fa7a3fd11e4303b9950>
- Pardo, R. H., Farieta, S., Munstermann, L. E., & Ferro, C. (1996). Estudio preliminar de los flebótomos de Villeta y Quebradanegra, Cundinamarca: sus implicaciones en salud pública. *Biomédica*, 16(4), 293. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v16i4.919>
- Parra Henao, G. J., & Echavarría, J. C. (2005). Experiencias en el control de un foco de leishmaniasis cutánea en San Carlos, Antioquia. *Revista CES Medicina*, 19(1), 31-36. <https://www.redalyc.org/pdf/2611/261120980004.pdf>
- Pérez-Doria Alveiro, Bejarano Eduar Elías, V. I. D. (2008). Descripción del ARN de transferencia mitocondrial para Serina (UCN) de *Lutzomyia columbiana* (Diptera, Psychodidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(4), 591-594. <https://doi.org/10.1590/s0085-56262008000400008>
- Pérez-Valbuena, G. J., Arrieta-Arrieta, A. M., & Contreras-Anaya, J. G. (2015). *Río Cauca: la geografía económica de su área de influencia*. Banco de la República. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_225.pdf
- Pineda, L. A., & Fernández, J. J. (2008). Especies de lutzomyia en un foco urbano de leishmaniasis visceral y cutánea en el Carmen de Bolívar, Bolívar, Colombia. *Biomédica*, 28(3), 433. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v28i3.81>
- Poinar, G. (2008). *Lutzomyia adiketis* sp. n. (Diptera: Phlebotomidae), a vector of *Paleoleishmania neotropicum* sp. n. (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) in Dominican amber. *Parasites and Vectors*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-1-22>
- 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
- Quintana, M. G., Fernández, M. S., & Salomón, O. D. (2012). Distribution and abundance of phlebotominae, vectors of leishmaniasis, in Argentina: Spatial and temporal analysis at different scales. *Journal of Tropical Medicine*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/652803>
- Ramírez, J. D., Hernández, C., León, C. M., Ayala, M. S., Flórez, C., & González, C. (2016). Taxonomy, diversity, temporal and geographical distribution of Cutaneous Leishmaniasis in Colombia: A retrospective study. *Scientific Reports*, 6(March), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep28266>
- Rapello, A., de Andrade, A. J., Rocha, D. de A., Ferreira, J. C. B., Timbó, R. V., Obara, M. T., & Gurgel-Gonçalves, R. (2018). An updated list of sand flies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in the Federal District of Brazil. *Check List, (Luis Felipe Toledo)*, 14(1), 213–224. <https://doi.org/10.15560/14.1.213>
- Saldaña-Chafloque, C. F., Saldaña-Alfaro, M. I., Saldaña-Chafloque, R. I., & Acosta-Román, M. (2021). Estudio clínico y epidemiológico de Leishmaniasis Cutánea en un Hospital Nivel II Del Perú. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica*, 2(4), 23–40. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i4.62>
- Salgado-Almario, J., Hernández, C. A., & Ovalle-Bracho, C. (2019). Geographical distribution of Leishmania species in Colombia, 1985-2017. *Biomedica*, 39(2), 278–290. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i3.4312>
- Salomón, O. D., Mastrángelo, A. V., Santini, M. S., Liotta, D. J., & Yadón, Z. E. (2016). La eco-epidemiología retrospectiva como herramienta aplicada a la vigilancia de la leishmaniasis en Misiones, Argentina, 1920-2014. *Rev Panam Salud Publica* 40(1), 29–39. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28577/v40n1a5_29-39.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sandoval, C. M., Angulo, V. M. V. M., Gutiérrez, R., Muñoz, G., & Ferro, C. (1998). Especies de Lutzomyia (Diptera: Psychodidae) posibles vectores de leishmaniasis en la ciudad de Bucaramanga, Santander, Colombia. *Biomédica*, 2(18), 161–168.

<https://doi.org/10.7705/biomedica.v18i2.985>

Sandoval, C. M., Gutiérrez, R., Cárdenas, R., & Ferro, C. (2006). Especies de género *Lutzomyia* (*Psychodidae* , *Phlebotominae*) en áreas de transmisión de leishmaniasis tegumentaria y visceral en el departamento de Santander , en la cordillera oriental de los Andes colombianos. *Biomédica*, 26(0120–4157), 218–227. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1515>

Santamaria, 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(1), 82. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1503>

Santini, M. S., Acosta, M. M., Utgés, M. E., Aldaz, M. E., & Salomón, O. D. (2018). Presence of *Lutzomyia longipalpis* and *Nyssomyia whitmani* in Entre Rios, Argentina. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 60, e55. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946201860055>

Shimabukuro, P. H. F., De Andrade, A. J., & Galati, E. A. B. (2017). Checklist of American sand flies (Diptera, psychodidae, phlebotominae): Genera, species, and their distribution. *ZooKeys*, 2017(660), 67–106. <https://doi.org/10.3897/zookeys.660.10508>

Szelag, E. A., Andrade Filho, J. D., Rosa, J. R., Parras, M. A., Stein, M., Quintana, M. G., & Salomon, O. D. (2016). Argentinian phlebotomine fauna, new records of Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) for the country and the province of Chaco. *Zootaxa*, 4139(3), 427–430. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4139.3.8>

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(3–4), 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.08.015>

- Urango LLanes, H. J., & Hoyos Lopez, R. (2022). Flebotómíneos (Psychodidae: Phlebotominae) en la zona periurbana de Montería (Córdoba-Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 25(3), 1–35. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.92751>
- Valderrama C., A., Herrera, M., & Salazar, A. (2008). Relación entre la composición de especies del género de *Lutzomyia* frança (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) y los diferentes tipos de bosques en Panamá. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(2), 67–78. <https://doi.org/10.21829/azm.2008.242704>
- Valle Moreno, S., & Espinoza, P. (2006). *Fluctuación poblacional e impacto de la aplicacion de dos piretroides contra vectores de leishmaniasis cutánea atípica en la localidad de Apompua, departamento de Chontales (1998-1999)*. Revista Nicaragüense de Entomología. <http://www.bio-nica.info/RevNicaEntomo/66-2006-Valle.pdf>
- Vásquez Trujillo, A., Santamaría Herreño, E., González Reina, Angélica E. Buitrago Álvarez, L. S., Góngora Orjuela, A., & Cabrera Quintero, O. L. (2008). *Lutzomyia antunesi*, probable vector de leishmaniasis cutánea en el área rural de Villavicencio. *Revista de Salud Publica*, 10(4), 625–632. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642008000400012>
- Vergara, D. (2008). *Primer informe de Lutzomyia yuilli Young & Porter , 1972 y Lutzomyia triramula (Fairchild & Hertig 1952) (Diptera : Psychodidae) en el departamento de Caldas , Colombia*. a. Biota Neotrop. 8(3); <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300022>
- Vigoder, F. M., Souza, N. A., & Peixoto, A. A. (2011). Acoustic signals in the sand fly *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *intermedia* (Diptera: Psychodidae). *Parasites and Vectors*, 4(1), 2–5. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-76>
- 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), 1–7 e27721. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027721>
- Vivero, J. R., Bejarano, E. E., Pérez-, A., Flórez, F., Estrada, L. G., Muskus, C., Caribe, C., & Lu, D. (2009). Hallazgo de *Lutzomyia Longipalpis* (Diptera: Psychodidae) , en los alrededores de la Ciudad de Sincelejo, Colombia. *Biota Neotropica* 9(4), 281–309. <https://www.redalyc.org/pdf/1991/199114284031.pdf>

- Vivero, J. R., 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, 116. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0711-y>
- Vivero, R. J., Bejarano, E. E., Castro, M., Vélez, A., Pérez, J. E., Pérez-Dorival, 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). <https://doi.org/doi.org/10.1590/S1676-06032010000200037>
- 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>
- Vivero, R. J., Quintero, L. S., Peña, H. C., Alvar, J., Mira, A. V., Atencia, M., Tovar, C., Vélez, I. D., Caribe, C., Magdalena, D. De, Sucre, B., & Colecta, F. (2016). 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
- 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>
- Ward, R.D.; A.L. Ribeiro; L. Ryan; A.L. Falcao & E.F. Rangel.D, R. (1985). *The distribution of two morphological forms of Lutzomyia longipalpis (Lutz & Neiva) (Diptera: Psychodidae). Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 80(2), 145–148. <https://doi.org/10.1590/s0074-02761985000200004>
- Watts, P. C., Hamilton, J. G. C., Ward, R. D., Noyes, H. a, Souza, N. a, Kemp, S. J., Feliciangeli, M. D., Brazil, R., & Maingon, R. D. C. (2005). Male sex pheromones and the phylogeographic structure of the Lutzomyia longipalpis species complex (Diptera: Psychodidae) from Brazil and Venezuela. *The American journal of tropical medicine and*

hygiene, 73(4). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16222018/>.

Werner, J. K., & Barreto, P. (1981). Leishmaniasis in Colombia, a review. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 30(4), 751-761. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1981.30.751>

World Health Organization. Expert Committee on the Control of the Leishmaniasis. Meeting, & World Health Organization. (2010). *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*. Organización Mundial de la Salud. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/82766/WHO_TRS_949_spa.pdf;sequence=1

Young, D.G . (1977). *A biosystematic Review of the Bloodsucking Psychodid Flies of Colombia (diptera: Phlebotominae and Sycoracinae)* [Tesis Doctoral, University of 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*. 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*. 54, 864. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA285737.pdf>

Zambrano H, C P, Ayala Sotelo, M S, Fuya Oviedo, O P, Barraza, O C, & Rodríguez Toro, G. (2016). Cartagena: nuevo foco de leishmaniasis visceral urbana en Colombia. *Ciencia en Desarrollo*, 7(1), 83–91. <https://doi.org/10.19053/01217488.4234>

Zimmerman, J.S., Newson, H.D., Hooper, G. R. & Christensen, H. A. (1977). A comparison of the egg surface structure of six anthropophilic phlebotomine sand flies (*Lutzomyia*) with the scanning electron microscope (Diptera: Psychodidae). *Journal of medical entomology*, 13(00222585), 574–579. <https://doi.org/10.1093/jmedent/13.4-5.574>

Zuluaga, A. W., López, L. Y., Osorio, L., Salazar, L. F., González, M. C., Rios, C. M. ., & Escobar, J. P. (2012). Vigilancia 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/doi:>
<http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v32i3.668>

2.10. Anexos

2.10.1. Anexo 1 Variables bioclimáticas de Worldclim CRU-TS 4.03 (Fick and Hijmans, 2017).reducidas para el área de los municipios monitoreados.




Sistema de coordenadas: GCS_WGS_1984

Datum : D_WGS_1984



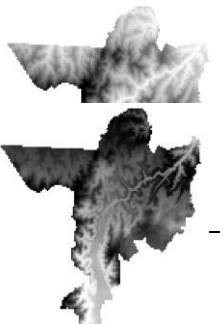

Extensión geográfica:

Latitud superior: 7,5916666677 Longitud izquierda: -76,3833333334





Longitud derecha: -75,2666666667 Latitud inferior: 6,39166666682

ID	Variable	Rango mínimo	Rango máximo	Rango medio	Raster (Columnas: 134 , 144. Tamaño de Celda (x,y: 0,00833333333, 0,00833333333)
BI01	Temperatura promedio anual (°C)	8,54	27,02	19,67	
BI02	Rango diurno de temperatura (°C)	7,39	10,4	8,63	
BI03	Isotermalidad (°C)	82,99	89,88	85,97	





Continuación anexo 1.

ID	Variable	Rango mínimo	Rango máximo	Rango medio	Raster (Columnas: 134 , 144. Tamaño de Celda (x,y: 0,00833333333, 0,00833333333))
BI04	Estacionalidad de temperatura (%)	26,00	58,66	40,84	
BI05	Temperatura máxima del período más caliente (°C)	12,69	33,09	24,88	
BI06	Temperatura mínima del período más frío (°C)	3,90	21,60	14,84	
BI07	Rango anual de temperatura (°C)	8,69	12,30	10,04	

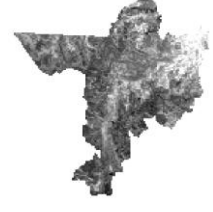

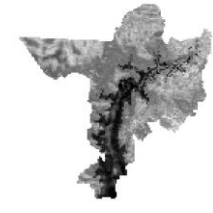
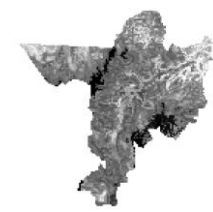

Continuación anexo 1

ID	Variable	Rango mínimo	Rango máximo	Rango medio	Raster (Columnas: 134 , 144. Tamaño de Celda (x,y: 0,00833333333, 0,00833333333)
BI08	Temperatura media en el trimestre más lluvioso (°C)	8,63	27,14	19,56	
BI09	Temperatura promedio en el trimestre más seco (°C)	8,18	27,35	19,70	
BI10	Temperatura promedio en el trimestre más caluroso (°C)	8,89	27,82	20,21	
BI11	Temperatura promedio en el trimestre más frío (°C)	8,18	26,48	19,21	

Continuación anexo 1

ID	Variable	Rango mínimo	Rango máximo	Rango medio	Raster (Columnas: 134 , 144. Tamaño de Celda (x,y: 0,00833333333, 0,00833333333))
BI12	Precipitación anual (mm)	1364	4331	2671,45	
BI13	Precipitación en el período más lluvioso (mm)	196	598	377,99	
BI14	Precipitación en el período más seco (mm)	16	195	67,38	
BI15	Estacionalidad de la precipitación (%)	14,84	46,64	6,73	

Continuación anexo 1

ID	Variable	Rango mínimo	Rango máximo	Rango medio	Raster (Columnas: 134 , 144. Tamaño de Celda (x,y: 0,00833333333, 0,00833333333))
BI16	Precipitación en el trimestre más lluvioso (mm)	498	1496	961,78	
BI17	Precipitación en el trimestre más seco (mm)	95	656	276,67	
BI18	Precipitación en el trimestre más caluroso (mm)	237	1062	669,12	
BI19	Precipitación en el trimestre más frío (mm)	153	1420	726,07	
BI20	Elevación (m)	105	3493	1571,41	

2.10.2. Anexo 2 Consolidado de flebotomíneos reportados en centrales hidroeléctricas, considerados de importancia médica.

Pais	Hidroeléctrica	Especie	Parásitos	Importancia médica registrada
Argentina	Escaba	<i>Ny. neivai</i>	L.b.	LC. LM
	Itaipú- argentina	<i>Mg. (Mig.) migonei</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. neivai</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. whitmanii</i>	L.b.	LC. LM
	Salto Grande	<i>Ny. whitmanii</i>	L. g.	LC. LM
Yacyreta-Apipé	<i>Ny. neivai</i>	L.b.	LC. LM	
Brasil	Aimores	<i>Ny. neivai/Lu. intermedia</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. whitmanii</i>	L. g.; L.b. ; L.s.	LC. LM
	Capim Branco	<i>Ny. neivai/Lu. intermedia</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. whitmanii</i>	L. g.; L.b. ; L.s.	LC. LM
	Itaipú-brasil	<i>Mg. (Mig.) migonei</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. neivai/Lu. intermedia</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. whitmanii</i>	L. g.; L.b. ; L.s.	LC. LM
	Paranapanema	<i>Mg. (Mig.) migonei</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. neivai/Lu. intermedia</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Ny. whitmanii</i>	L. g.; L.b. ; L.s.	LC. LM
		<i>Ny. neivai/Lu. intermedia</i>	L.b.	LC. LM
	Santo Antonio	<i>Ps. complexus</i>	L.b.	LC. LM
		<i>Mg. (Mig.) migonei</i>	L.b.	LC. LM
<i>Ps. complexus</i>		L.b.	LC. LM	
Santo Antonio do Jar		<i>Ny. whitmanii</i>	L. g.; L.b. ; L.s.	LC. LM
		<i>Mg. (Mig.) migonei</i>	L.b.	LC. LM
Usina Luís Eduardo Magalhães	<i>Ny. neivai/Lu. intermedia</i>	L.b.	LC. LM	
	<i>Ny. whitmanii</i>	L. g.; L.b. ; L.s.	LC. LM	
	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	L.p.	LC. LM	
Colombia	Hidrosogamoso	<i>Ny. yuilli yuilli</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ps. panamensis</i>	L.p.	LC. LM

Anexo 2 continuacion

Consolidado de flebotómicos reportados en centrales hidroléctricas, considerados de importancia médica.

Pais	Hidroeléctrica	Especie	Parásitos	Importancia médica registrada
Colombia	Isagen-San Carlos	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ps. panamensis</i>	L.p.	LC. LM
	La Miel I	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ny. trapidoi</i>	L.p.	LC. LM
	Porce II	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	L. p.	LC. LM
		<i>Ps. panamensis</i>	L.p.	LC. LM
	Porce III	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ny. trapidoi</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ny. yuilli yuilli</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ps. panamensis</i>	L.p.	LC. LM
	Providencia	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ny. trapidoi</i>	L.p.	LC. LM
	Urra en Tierra alta	<i>Lu. (Trl.) gomezi</i>	L.p.	LC. LM
		<i>Ps. panamensis</i>	L.p.	LC. LM
Peru	Cañón del Pato	<i>Lu. (Hel.) peruensis</i>	L.pe.	LC. LM

Nota: la nomenclatura taxonómica se adapta a Galati. La importancia médica y de los parásitos es tomado de Geographical distribution of *Leishmania* species in Colombia, (1985-2017), Geospatial-temporal distribution of Tegumentary Leishmaniasis in Colombia (2007±2016) y del Manual de procedimientos para vigilancia y control de las en las Américas 2019.informe de un comité de expertos de la OMS serie 701 de 1984.

Leyenda:

L.a: *Leishmania amazonensis*, *L.b:* *Leishmania braziliensis*, *L.c :* *Leishmania colombiensis*,
L.g: *Leishmania guyanensis*, *L.i:* *Leishmania infantum*, *L.l:* *Leishmania lainsoni*
L.m: *Leishmania mexicana*, *L.n :* *Leishmania. Naiffi*, *L.p:* *Leishmania panamensis*
L.pe: *Leishmania peruviana*, *L.s:* *Leishmania shawi*
LC: Leishmaniasis cutanea. LM: Leishmaniasis mucosa. LV: Leishmaniasis visceral

2.10.3. Anexo 3. Capturas con trampas luminosas.

Trampa de Shannon:

Fue descrita por Shannon en 1939. Ampliamente utilizada, es una estructura grande y rectangular fabricada con tela blanca, que tiene un tamaño de 1.6 x 2.5 x 1.6 metros; está suspendida por cuerdas a soportes o árboles, quedando levantada del suelo unos 30 cm y a la cual se le han acondicionado linternas. Se fundamenta principalmente en la atracción de insectos, empleando los mismos colectores como cebo humano.(figura 30)

Pérez *et al.* (1998) enfatizaron en la importancia de la antropofilia en relación con la eficiencia de la trampa, ya que compararon resultados con y sin la presencia continua del colector y concluyeron que en ausencia de este cebo, la presencia de los flebotomíneos en la trampa se dio posiblemente por azar.

Figura 30. Trampa Shannon



Trampas luminosas con aspirado tipo CDC:

Trampa CDC: es muy conocida. Inicialmente fue diseñada para el estudio de mosquitos transmisores de arbovirus (Sudia & Chamberlain, 1962) y su uso se ha extendido a otros insectos hematófagos.

Está constituida por un tubo de plexiglás con dos hendiduras para la inserción de dos brazos que sostienen un pequeño motor que hace funcionar un ventilador y alimenta un bombillito colocado arriba del mismo y cuya luz se refleja en un plato metálico que sirve de techo a la trampa. En la otra extremidad del cilindro se fija, por medio de una tira elástica el mango de una jaula de tela de malla fina sostenida por dos aros paralelos o un solo aro. La energía para el funcionamiento del ventilador y del bombillo es provista por una batería de 6 voltios y la trampa se deja funcionar generalmente durante toda la noche El principio de esta trampa es que los flebotomíneos, atraídos por la luz son aspirados dentro de la jaula pasando a través de las aspas del ventilador, quedando atrapados (figura 31.)

Figura 31. Trampa tipo CDC



Trampas con cebo humano con intención de picadura:

Consiste en que los colectores son utilizados como cebo humano mientras están colectando alrededor de la trampa Shannon o cuando están realizando búsqueda en reposo; para lo cual uno de los colectores está pendiente de los insectos que aterrizan sobre sus compañeros y los colecta mediante aspirador bucal. El principio de este tipo de trampa es que los flebotomíneos

son atraídos por las kairomonas que expulsa el ser humano a través del sudor en busca de alimentos esto es importante para la antropofilia de los flebotomíneos (figura 32).

Figura 32 Cebo humano protegido

