

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Patrón anual de diversidad y estratificación vertical de sandflies  
(Diptera: Psychodidae) en la Estación de Biodiversidad Tiputini,  
Ecuador**

**Alexis Sebastián Ramírez Trávez**

**Ingeniería en Biotecnología**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniero en Biotecnología

Quito, 18 de diciembre de 2024

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Patrón anual de diversidad y estratificación vertical de sandflies (Diptera:  
Psychodidae) en la Estación de Biodiversidad Tiputini, Ecuador**

**Alexis Sebastián Ramírez Trávez**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Sonia Zapata Mena, Ph.D.**

Quito, 18 de diciembre de 2024

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Alexis Sebastián Ramírez Trávez

Código: 00321884

Cédula de identidad: 1724879141

Lugar y fecha: Quito, 18 de diciembre de 2024

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

En Ecuador se han descrito hasta la fecha aproximadamente 79 especies de sandflies, distribuidas en todas las regiones del país, con excepción de Santa Elena y las Islas Galápagos. Sin embargo, la información sobre la distribución de estas especies en la región amazónica es limitada, a pesar de los casos reportados de leishmaniasis cutánea y mucocutánea en la provincia de Orellana durante varios años. En esta región, los vectores involucrados y los reservorios asociados se desconocen.

Este estudio llevó a cabo colectas entomológicas en la Estación de Biodiversidad Tiputini entre noviembre de 2022 y octubre de 2023, con ayuda de trampas de luz tipo CDC en tres estratos: suelo (1 metro), subdosel (20 metros) y dosel (40 metros). Los resultados mostraron que las características ecológicas del área, como la densa vegetación del subdosel, influyen significativamente en la abundancia de estos dípteros, ya que el 52% de los individuos recolectados se concentraron en este estrato.

En total, se identificaron 22 especies, previamente descritas. *Nyssomyia yuilli yuilli* fue la especie predominante durante todo el año y en todos los estratos, y ha sido reportada como vector de *Leishmania (Viannia) panamensis* en países Colombia y Brasil. Asimismo, se determinó que *Lutzomyia (Helcocyrtomyia) tortura* es una especie antropofílica, mientras que en *Trichophoromyia cellulana* se identificaron preferencias tróficas hacia *Tamandua tetradactyla* y *Tapirus terrestris*, siendo el primero un reservorio confirmado de *Leishmania*. Estos hallazgos destacan la necesidad de continuar con los monitoreos entomológicos en el área para comprender mejor los mecanismos de transmisión de este importante patógeno zoonótico.

**Palabras clave:** Sandflies, Biodiversidad, Tiputini, vectores, reservorios.

## ABSTRACT

In Ecuador, approximately 79 species of sandflies have been described to date, distributed across all regions of the country, except for Santa Elena and the Galapagos Islands. However, information on the distribution of these species in the Amazon region remains limited, despite the reports of cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis cases in Orellana over several years the vectors involved and the associated reservoirs remain unknown in this region.

This study conducted entomological collections at the Tiputini Biodiversity Station between November 2022 and October 2023, using CDC light traps at three vertical strata: ground level (1 meter), subcanopy (20 meters), and canopy (40 meters). The results indicated that the ecological characteristics of the area, such as the dense vegetation in the under dosel significantly influence the abundance of these dipterans, with 52% of the individuals collected concentrated in this stratum.

A total of 22 species were identified, including some previously described. *Nyssomyia yuilli* yuilli was the predominant species throughout the year and across all strata and has been reported as a vector of *Leishmania (Viannia) panamensis* in Colombia and Brazil. Additionally, *Lutzomyia (Helcocyrtomyia) tortura* was identified as an anthropophilic species, while *Trichophoromyia cellulana* showed trophic preferences for *Tamandua tetradactyla* and *Tapirus terrestris*, with the former being a confirmed reservoir of *Leishmania*. These findings underscore the need for continued entomological monitoring in the area to better understand the transmission mechanisms of this significant zoonotic pathogen.

**Keywords:** Sandflies, Biodiversity, Tiputini, Vectors, reservoirs.

**TABLA DE CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN .....	9
MÉTODOS .....	12
RESULTADOS.....	14
DISCUSIÓN .....	16
CONCLUSIONES .....	19
TABLAS .....	20
REFERENCIAS.....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #1. Distribución de sandflies identificados por subtribu y género .....	20
Tabla #2. Especies de vectores probados encontrados en el estudio .....	21
Tabla #3. Especies de vectores posibles y potenciales encontrados en el estudio.....	22
Tabla #4. Estratificación y patrones de alimentación de sandflies hembras ingurgitadas .....	23

## INTRODUCCIÓN

Los sandflies o moscas de arena son insectos pertenecientes al orden Diptera, familia Psychodidae y subfamilia Phlebotominae. Se caracterizan por presentar un cuerpo pequeño y delgado (de aproximadamente 1.5 a 3.5 mm de longitud), cubierto de vellosidades, con tonalidades café claro, patas largas, antenas multisegmentadas y alas lanceoladas recubiertas de setas. Se encuentran presentes tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo, aunque su hábitat principal se encuentra en regiones tropicales, entre las latitudes 50°N y 40°S, a excepción de Nueva Zelanda y algunas islas del Pacífico (Cecilio et al., 2022; Killick-Kendrick, 1999). Sin embargo, a pesar de su presencia en trópicos y subtropicos, el cambio climático causado por actividades antropogénicas ha hecho que estos puedan llegar a lugares más cercanos a los polos (Rocklöv & Dubrow, 2020).

Los sandflies atraviesan cuatro estadios en su desarrollo: huevo, larva, pupa y, finalmente, adulto. Durante todos sus estadios, dependen de una alta humedad relativa y de poca luz, como algunas madrigueras de animales, para desarrollarse. A diferencia de los mosquitos, que requieren pequeños cuerpos de agua para su ciclo de vida, los sandflies pueden prescindir de esto (Jancarova et al., 2023).

Si bien su ciclo de vida completo aún es poco conocido en la naturaleza, se ha documentado que su dieta varía según el sexo, tanto machos como hembras se alimentan de azúcares vegetales para funciones metabólicas y obtención de energía; sin embargo, las hembras son principalmente hematófagas, ya que requieren de sangre como fuente esencial de nutrientes para el desarrollo de los huevos, en un proceso denominado ciclo gonotrófico (Volfová et al., 2024). Las hembras deben realizar tantos ciclos gonotróficos como sea posible, en otras palabras, alimentarse de sangre y producir huevos continuamente (ECDC, 2020). Esta necesidad podría explicar la diferencia en longevidad entre los sexos: en laboratorios se ha

comprobado que los machos viven aproximadamente 7 días, mientras que las hembras pueden vivir hasta 24 días, lo que les permite completar un promedio de tres ciclos gonotróficos (Cecilio et al., 2022).

El comportamiento hematófago de las hembras puede conducir a la diseminación de enfermedades debido a la transmisión vectorial de patógenos como virus de la familia Phenuiviridae causante de episodios febriles leves, encefalitis y/o fiebre hemorrágica; además se han logrado aislar o detectar otros virus dentro de los sandflies como las familias Rhabdoviridae, Flaviviridae, Reoviridae and Peribunyaviridae (Jancarova et al., 2023). Por otro lado, pueden transmitir bacterias como *Bartonella bacilliformis*, causando Enfermedad de Carrión, que tiene cuadros patológicos como verruga peruana o fiebre Oroya (Traub-Csekö et al., 2022).

Sin embargo, los sandflies se destacan por ser vectores de *Leishmania* spp., este es un género de parásitos que causa leishmaniasis, una enfermedad compleja que presenta varias características epidemiológicas y diferentes cuadros clínicos como leishmaniasis cutánea (afecta principalmente a piel), leishmaniasis mucocutánea (una variante de la anterior que afecta a mucosas y las destruye por completo) y leishmaniasis visceral (que afecta a órganos internos). No obstante, cabe recalcar que no todas las especies son transmisores de este parásito, aproximadamente se han descrito 1000 especies de sandflies, de las cuales únicamente 100 son vectores comprobados de *Leishmania* spp. a pesar de su coevolución (Akhoundi et al., 2016; Cecilio et al., 2022).

A pesar de que la leishmaniasis es una enfermedad que afecta a todo el mundo, su prevalencia en países en vías de desarrollo o pobres ha hecho que se catalogue como una Enfermedad Tropical Desatendida (NTDs) (CDC, 2024). Según Mitra y Mawson (2017), solo en 2010, las NTDs resultaron en una pérdida de 26,06 millones de años de vida ajustados por

discapacidad (DALYs), lo que representa los años perdidos por la sociedad debido a muertes o discapacidades causadas por estas afecciones.

En el Ecuador hasta la fecha se han descrito aproximadamente 79 especies de sandflies (cerca de 43 son vectores conocidos de *Leishmania* spp.) distribuidas entre todas las regiones a excepción de Santa Elena y la región Insular, Las Islas Galápagos (Hashiguchi et al., 2016). La información sobre las especies en la región Amazónica aun es pobre, desde hace varios años se han reportado casos de leishmaniasis cutánea y mucocutánea en Orellana. En años más recientes, desde 2018 hasta octubre de 2024, se han reportado 410 casos positivos para leishmaniasis, 390 de cutánea y 20 de mucocutánea (Ministerio de Salud Pública, 2024). Es importante recalcar que no existen casos a nivel nacional de leishmaniasis visceral ya que el vector tampoco ha sido descrito en el país. Sin embargo, no existe información sobre los vectores o los reservorios que contribuyen a la diseminación de la enfermedad dentro de Orellana. Por esto, el objetivo de este estudio fue identificar la diversidad anual de sandflies a diferentes estratos altitudinales en la Estación de Biodiversidad Tiputini, Orellana y las preferencias tróficas de hembras alimentadas con sangre.

## MÉTODOS

### **Colección entomológica**

La recolección de flebótomos se llevó a cabo durante un período de un año, comprendido entre noviembre de 2022 y octubre de 2023, en la provincia de Orellana, Ecuador. Para la captura de los especímenes, se emplearon trampas de luz CDC, las cuales fueron instaladas en la torre de observación meteorológica de la Estación de Biodiversidad Tiputini (TBS) desde el anochecer hasta el amanecer, 18:00 a 6:00. Las trampas se dispusieron a tres alturas específicas: a nivel del suelo (1 metro), subdosel (20 metros) y en el dosel (40 metros).

Al amanecer de cada jornada, las trampas fueron retiradas y las muestras recolectadas se preservaron en etanol al 70%. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Parasitología de la USFQ y se conservaron a -20°C.

### **Identificación morfológica**

Con ayuda de un estereomicroscopio se separaron los sandflies del resto de insectos en base a caracteres morfológicos, posteriormente se clasificó en machos y hembras de acuerdo a la morfología de la genitalia.

Para la disección se usó un estereomicroscopio y portaobjetos, donde se separó la cabeza, los tres últimos segmentos del abdomen y el ala cada espécimen, seguido de esto el cuerpo fue almacenado a -20°C para posteriores análisis moleculares. Las partes separadas fueron aclaradas con Marc-André levemente calentado por dos minutos y luego fueron colocados en Goma Cloral, el medio de montaje, finalmente, encima se colocó un cubreobjetos para su posterior identificación.

Para la identificación se usaron las claves descritas por Galati (2018) y Young & Duncan (1994). Las especies fueron diferenciadas principalmente por la morfología de la

espermateca y la probóscide, incluyendo todas las partes y subdivisiones que las comprenden. Para la nomenclatura taxonómica se tomó la propuesta por Galati (2018).

### **Identificación molecular de preferencias tróficas**

Se extrajo ADN de todas las hembras alimentadas con sangre usando el kit comercial NucleoSpin Tissue de Macherey-Nagel. Se siguió el protocolo estándar establecido por la casa comercial y se continuó con el procesamiento molecular. Para identificación de fuentes de alimento se amplificó el gen Prepronociceptina (*pnoc*) (PrimerF 5'-GCATCCTTGAGTGTGAAGAGAA-3' y PrimerR 5'-TGCCTCATAAACTCACTGAACC-3') y Citocromo B (*cyt b*) (PrimerF 5'-GCHCCTCAGAATGATATTTGK-3'; PrimerR 5'-CCATCCAACATYTCADCATGA-3') propio de vertebrados ya que tiene resolución para identificar a nivel de especie. Una vez que los amplicones se confirmaron por electroforesis de agarosa se enviaron a secuenciar en MacroGen mediante secuenciamiento Sanger.

## RESULTADOS

En total se hallaron 1925 individuos, de los cuales 977 fueron hembras y 948 machos, evidenciando una proporción aproximada de 1:1 en el total de individuos; sin embargo, esta proporción varió entre los distintos estratos. Se encontraron 1003 sandflies en el subdosel siendo el más abundante, con 404 machos, 599 hembras y una proporción 0.7 machos por hembra. El siguiente estrato con más abundancia fue el suelo en donde se hallaron 740 individuos, 460 machos y 280 hembras, guardando una proporción de 1.6 machos por hembra. Finalmente, el estrato con menos ejemplares fue el dosel, con un total de 182 sandflies, 84 machos, 98 hembras y una proporción de 0.8 machos a hembras (Tabla 1).

En total se diseccionaron 977 hembras, de todos estos se identificó 817 individuos los cuales se distribuyeron en tres subtribus: *Psychodopygina*, que fue la más abundante con un total de 894 individuos, *Lutzomyiina* que registró 70 especímenes y *Sergentomyiina* con un solo espécimen. Se identificó 10 géneros de los cuales *Nyssomyia* fue el más abundante (n=481), seguido de *Psychodopygus* (n= 212) y *Trichophoromyia* (n= 42), el resto se dividieron entre *Sciopemyia*, *Psathyromyia*, *Pintomyia*, *Pressatia*, *Evandromyia*, *Lutzomyia* y *Micropygomyia* (Tabla 2).

En total se identificaron 22 especies y 1 serie de especies. Las especies más abundantes fueron *Ny. yuilli yuilli* (n=314), *Ny. richardwardii* (n=167), *Ps. Serie Guyanensis* (n=99) y *Ps. carrerai carrerai* (n=58) como se presenta en la (Tabla 2).

### Diversidad espacio emporal

Se determinó que *Ny. yuilli yuilli* estuvo presente en todos los meses, excepto en julio y que *Ny. richardwardii* también estuvo presente en gran parte del año, a excepción de marzo. De manera similar, *Ps. Serie Guyanensis* se registró en 11 meses, con la única excepción de febrero. Y, por último, *Ps. carrerai carrerai* no estuvo presente en los meses de febrero y

marzo. Todas estas especies forman parte de la subtribu *Psychodopygina*, que fue la más abundante.

En cuanto a la abundancia de especies por estrato, *Nyssomyia yuilli yuilli* estuvo presente en todos los niveles, con excepción del suelo, donde la especie predominante fue *Psychodopygus* de la serie Guyanensis (22.1%). En el subdosel, *Ny. yuilli yuilli* destacó como la más abundante, representando el 43.7% del total de individuos. De manera similar, en el dosel, *Ny. yuilli yuilli* volvió a ser la más representativa, con el 22.4% de los individuos.

### **Identificación de fuentes de alimento**

Se encontraron 28 hembras con evidencia de ingesta de sangre reciente en el abdomen, que representa el 2.86% del total analizado. De estas, solo 3 mostraron amplificación positiva para el gen *cyt b* mediante PCR, mientras que ninguna amplificó para *pnoc* (Tabla 4).

La secuenciación Sanger reveló que las dos hembras de la especie *Th. cellulana* se habían alimentado de *T. tetradactyla* y *T. terrestris* mientras que la alimentación de *Lu. (Hel.) tortura* correspondió a *Homo sapiens* (Tabla 4).

## DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que el subdosel (20 metros) tuvo el mayor número de sandflies, seguido del nivel de suelo (1 metro) y finalmente el nivel de dosel (40 metros). Un resultado similar fue descrito por De Oliveira Leão et al. (2020), en su estudio demuestran este mismo comportamiento donde se reportó mayor abundancia y riqueza de sandflies hacia los 20 metros de altura. En este caso, se analizó la estratificación vertical de dosel (20 metros) y suelo (1 metro) en dos localidades de Rondônia, Brasil. En ambos lugares se encontró que a 20 metros había más individuos, específicamente 6436 y 6136 sandflies, repartidos en 46 y 61 especies, respectivamente. Por otro lado, a nivel del suelo hubo 1068 y 1790 especímenes para las dos localidades, que contenían 38 y 53 especies, respectivamente.

Esto sugiere que estos insectos tienen una tendencia a mantener su actividad en estratos más altos ya que este nivel actúa como refugio para los insectos entre hojas y troncos donde pueden descansar o protegerse de ser depredados. Adicionalmente dada su actividad crepuscular, es decir que están activos en períodos previos al amanecer y posteriores al atardecer, estas zonas aéreas pueden actuar como lugares ricos en fuentes de alimento. Algunos reportes han demostrado que los sandflies se alimentan de una amplia cantidad de animales que incluyen órdenes taxonómicos como Rodentia, Artiodactyla, Galliformes, Carnivora, Didelphimorphia, Pilosa, entre otros (Dutra-Rêgo et al., 2024). En estas órdenes taxonómicas se incluyen diversas especies arbóreas que podrían servir como fuentes de alimento para los sandflies; por lo tanto, esto podría explicar su preferencia por estratos cercanos a los 20 metros de altura.

Ahora con respecto a las especies identificadas, en total se encontraron 22 especies y una serie de especies (*Ps. Serie Guyanensis*). Según la descripción de Galati (2018) todas las

especies que se encontraron en el estudio ya han sido descritas previamente en el Ecuador (Tabla 2).

La especie más abundante fue *Ny. yuilli yuilli*, previamente descrita como vector de *L. (V.) panamensis* en países como Panamá, Venezuela, Colombia y Brasil. Estudios previos en Ecuador han reportado infección con especies de *Endotrypanum*, un género miembro del orden Kinetoplástida lo que demuestra el potencial vectorial de esta especie (Akhoundi et al., 2016; Gomez et al., 2014) (Tabla 3).

También se identificaron especies consideradas como posibles vectores ya que en estudios previos han sido halladas infectadas con el parásito, aunque su capacidad para transmitirlo a otros animales aún no ha sido confirmada. Estas especies incluyen *Ps. paraensis*, *Ps. amazonensis*, *Ps. davisi* y *Lu. (Hel.) tortura* (Akhoundi et al., 2016; Kato et al., 2013) (Tabla 3).

Con respecto a las fuentes de alimento, *Lu. (Hel.) tortura* dio positivo para sangre de *Homo sapiens*. Esta especie de sandfly ha sido previamente descrita en Ecuador con infección natural de *L. (V.) naiffi*, agente causal de leishmaniasis cutánea y mucocutánea. Este hallazgo es interesante puesto que demuestra la preferencia antropofílica de esta especie, puesto que a pesar de contar con una amplia gama de opciones alimenticias disponibles, como otros animales presentes en su entorno, está adaptando su dieta hacia humanos. Sin embargo, es necesario confirmar este hallazgo con un mayor número de individuos (Kato et al., 2013) (Tabla 4).

Por otro lado, se encontró *Th. cellulana* alimentada de *T. terrestris* y *T. tetradactyla*. Es importante recalcar que *Th. cellulana* no ha sido descrita como vector por lo tanto no tiene importancia epidemiológica. Sin embargo, *T. tetradactyla* ha sido descrito como reservorio de *Leishmania* y se ha encontrado infectado en Brasil con *L. (V.) guyanensis* (Roque & Jansen, 2014).

En el estudio de Bezemer et al. (2023) realizado en la región Costa y Amazónica ecuatoriana, se identificó que las especies causantes de leishmaniasis cutánea en la Amazonía fueron *L. (V.) guyanensis* y *L. (V.) braziliensis*. Considerando la alta especificidad entre vector y parásito, se revisó la literatura para determinar qué especies de sandflies están asociadas con la transmisión de estos parásitos para determinar si fueron identificadas en este estudio. De esta revisión se encontró que *Ps. carrerai carrerai* y *Ps. paraensis* son posibles vectores de estas especies de *Leishmania* y que estos se encontraron en la TBS (Tabla 3).

Por otro lado, es importante recalcar el bajo porcentaje de sandflies alimentadas con sangre (2.87%). Según lo descrito por Dutra-Rêgo et al. (2024), esto es muy común ya que las hembras luego de alimentarse descansan en algún lugar fijo hasta culminar el desarrollo de huevos; de esta forma evitan ser depredadas y también redirigen la energía consumida.

Finalmente, se logró identificar las preferencias tróficas en una baja proporción lo cual pudo deberse al estado de digestión de la sangre ya que normalmente esta se degrada completamente en un lapso de 72 a 96 horas después de la ingesta (Dutra-Rêgo et al., 2024). Adicionalmente el marcador *cyt b* demostró ser más útil que el marcador *pnoc* para identificar fuentes de sangre lo cual ha sido descrito en otros estudios.

## CONCLUSIONES

Se identificó al subdosel como el estrato con mayor abundancia de sandflies, lo que sugiere una preferencia de estas especies por este nivel vertical en el bosque, posiblemente determinado por condiciones ecológicas específicas como disponibilidad de fuentes de alimento o como refugio. Entre las especies recolectadas, se encontraron 22 especies y 1 serie de especies que han sido descritas previamente en la literatura.

La presencia de *Ny. yuilli yuilli* durante todo el año y en todos los estratos es interesante puesto que ha sido descrita como vector de *L. (V.) panamensis*, agente causal de leishmaniasis cutánea y mucocutánea en países vecinos, lo que le convierte en un posible vector en esta región.

La identificación de las preferencias tróficas posiciona a *Lu. (Hel.) tortura* como una especie antropofílica, considerada vector potencial de *L. (V.) naiffi* y cuyo comportamiento subraya la importancia epidemiológica de la especie y refuerza la necesidad de monitorear su papel en la transmisión de patógenos zoonóticos.

## TABLAS

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE SANDFLIES POR ESTRATO Y POR MES

	Suelo		Subdosel		Dosel		Total
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
<b>Noviembre-22</b>	33	24	107	144	3	4	315
<b>Diciembre-22</b>	34	20	56	45	31	18	204
<b>Enero-23</b>	56	59	87	85	0	2	289
<b>Febrero-23</b>	2	1	11	29	29	24	96
<b>Marzo-23</b>	85	34	4	5	5	8	141
<b>Abril-23</b>	67	31	38	85	3	12	236
<b>Mayo-23</b>	14	10	5	18	7	15	69
<b>Junio-23</b>	22	7	37	66	3	14	149
<b>Julio-23</b>	10	20	2	3	0	0	35
<b>Agosto-23</b>	24	5	2	2	0	0	33
<b>Septiembre-23</b>	23	6	17	19	1	0	66
<b>Octubre-23</b>	90	63	38	98	2	1	292
<b>Total</b>	460	280	404	599	84	98	1925

**TABLA 2. ESPECIES DE SADFLIES IDENTIFICADAS POR SUBTRIBU Y GÉNERO**

LUTZOMYIINA			PSYCHODOPYGINA			SERGENTOMYIINA		
Género	Especies	Número	Género	Especies	Número	Género	Especies	Número
<i>Lutzomyia</i>	<i>(Hel.) tortura</i>	1	<i>Nyssomyia</i>	<i>yuilli yuilli</i>	314	<i>Micropsyomyia</i>	<i>(Sau.) trinidadensis</i>	1
	<i>(Tri.) falcata</i>	2		<i>richardwardi</i>	167			
<i>Evandromyia</i>		22	<i>Psychodopygus</i>	Serie Guyanensis	99			
<i>Pintomyia</i>	<i>(Pif.) nevesi</i>	26		<i>carrerei carrerei</i>	58			
<i>Pressatia</i>	<i>(Pif.) serrana/robusta</i>	2		<i>davisi</i>	27			
<i>Sciopenmyia</i>	<i>camposi</i>	7		<i>hirsutus hirsutus</i>	19			
	<i>sordellii</i>	4		<i>paraensis</i>	5			
				<i>amazonensis</i>	4			
			<i>Trichophoromyia</i>	<i>cellulana</i>	31			
				<i>napoensis</i>	10			
				<i>ubiquitalis</i>	1			
			<i>Psathyromyia</i>	<i>(Xip.) achydifera</i>	34			
				<i>(Psa.) dendrophyla</i>	2			
				<i>(For.) aragoi</i>	1			
				<i>(For.) barretoii majuscula</i>	1			
				<i>(For.) runoides</i>	1			

**TABLA 3. ESPECIES DE VECTORES POSIBLES Y POTENCIALES ENCONTRADOS EN EL ESTUDIO**

Vectores Probados	Vector	Parásito	Enfermedad	Descrito en
	<i>Ny. yuilli yuilli</i>	<i>L. (V.) panamensis</i>	Cutánea/Mucocutánea	BR, PA, VE, CO
	<i>Ps. carrerai carrerai</i>	<i>L. (V.) braziliensis</i>	Cutánea/Mucocutánea	BO, PE, GU, VE
	<i>Th. ubiquitalis</i>	<i>L. (V.) lainsoni</i>	Cutánea/Mucocutánea	BR, BO, PE
Vectores Potenciales	Especie	Infectado con	Asociación epidemiológica	Descrito en
	<i>Ps. paraensis</i>	<i>L. (V.) braziliensis</i> y <i>L. (V.) naiiffi</i>	Cutánea/Mucocutánea	BR, GY, BO, PE, GU, VE
	<i>Ps. amazonensis</i>	<i>L. (V.) naiiffi</i>	Cutánea	BR, GF
	<i>Ps. davisi</i>	<i>L. (V.) lainsoni</i>	Cutánea/Mucocutánea	BR, BO, PE
<i>Lu. (Hel.) tortura</i>	<i>L. (V.) naiiffi</i>	Cutánea	EC	

**TABLA 4. ESTRATIFICACIÓN Y PATRONES DE ALIMENTACIÓN DE SANDFLIES HEMBRAS INGURGITADAS**

<b>Estrato</b>	<b>Especie sandfly</b>	<b>Fuente de alimento sandfly</b>
Subdosel	<i>Lu. (Hel.) tortura</i>	<i>Homo sapiens</i>
Dosel	<i>Th. cellulana</i>	<i>Tamandua tetradactyla</i>
Subdosel	<i>Th. cellulana</i>	<i>Tapirus terrestris</i>

## REFERENCIA

- Akhoundi, M., Kuhls, K., Arnaud Cannet, 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), e0004349–e0004349. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004349>
- Bezemer, J. M., Freire-Paspuel, B. P., Schallig, H. D. F. H., De Vries, H. J., & Calvopiña, M. (2023). Leishmania species and clinical characteristics of Pacific and Amazon cutaneous leishmaniasis in Ecuador and determinants of health-seeking delay: a cross-sectional study. *BMC Infectious Diseases*, *23*(1). <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08377-8>
- CDC. (2024). *About Leishmaniasis*. Leishmaniasis. [https://www.cdc.gov/leishmaniasis/about/index.html#:~:text=Leishmaniasis%20is%20a%20parasitic%20disease%20caused%20by%20an%20infection%20with,neglected%20tropical%20disease%20\(NTD\)](https://www.cdc.gov/leishmaniasis/about/index.html#:~:text=Leishmaniasis%20is%20a%20parasitic%20disease%20caused%20by%20an%20infection%20with,neglected%20tropical%20disease%20(NTD)).
- Cecílio, P., Cordeiro-Da-Silva, A., & Oliveira, F. (2022). Sand flies: Basic information on the vectors of leishmaniasis and their interactions with Leishmania parasites. *Communications Biology*, *5*(1). <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03240-z>
- De Oliveira Leão, P., Júnior, A. M. P., De Paulo, P. F. M., Carvalho, L. P. C., Souza, A. B. N., Da Silva, M. S., Castro, T. S., De Souza Freitas, M. T., De Souza Rodrigues, M. M., Ferreira, G. E. M., & Medeiros, J. F. (2020). Vertical stratification of sand fly diversity in relation to natural infections of Leishmania sp. and blood-meal sources in Jamari National Forest, Rondônia State, Brazil. *Parasites & Vectors*, *13*(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04295-9>

- Dutra-Rêgo, F., Da Silva, M. S., Isnard, A. P., Medeiros, J. F., Filho, J. D. A., & Freire, M. L. (2024). You are what you eat: a systematic review exploring the interaction between Brazilian sand flies and their vertebrate food sources. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, *119*. <https://doi.org/10.1590/0074-02760240055>
- ECDC. (2020). *Phlebotomine sand flies - Factsheet for experts*. European Centre for Disease Prevention and Control. <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/phlebotomine-sand-flies#:~:text=Both%20male%20and%20female%20sand,blood%20from%20which%20they%20feed>
- Galati, E. A. B. (2018). Phlebotominae (Diptera, Psychodidae): Classification, Morphology and Terminology of Adults and Identification of American Taxa. En *Springer eBooks* (pp. 9-212). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75544-1_2)
- Gomez, E. A., Kato, H., & Hashiguchi, Y. (2014). Man-biting sand fly species and natural infection with the *Leishmania* promastigote in leishmaniasis-endemic areas of Ecuador. *Acta Tropica*, *140*, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.07.003>
- Hashiguchi, Y., Velez, L. N., Villegas, N. V., Tatsuyuki Mimori, Gomez, E. A. L., & Kato, H. (2016). Leishmaniasis in Ecuador: Comprehensive review and current status. *Acta Tropica*, *166*, 299–315. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.11.039>
- Jancarova, M., Polanska, N., Volf, P., & Dvorak, V. (2023). The role of sand flies as vectors of viruses other than phleboviruses. *Journal of General Virology*, *104*(4). <https://doi.org/10.1099/jgv.0.00183>
- Kato, H., Calvopiña, M., Criollo, H., & Hashiguchi, Y. (2013). First human cases of *Leishmania* (*Viannia*) *naiffi* infection in Ecuador and identification of its suspected vector species. *Acta Tropica*, *128*(3), 710–713. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.09.001>

- Killick-Kendrick, R. (1999). The biology and control of Phlebotomine sand flies. *Clinics in Dermatology*, 17(3), 279–289. doi:10.1016/s0738-081x(99)00046-2
- Ministerio de Salud Pública. (2024). *GACETAS VECTORIALES*. Salud.gob.ec.  
<https://www.salud.gob.ec/gacetas-vectoriales/>
- Mitra, A., & Mawson, A. (2017). Neglected Tropical Diseases: Epidemiology and global burden. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 2(3), 36.  
<https://doi.org/10.3390/tropicalmed2030036>
- Rocklöv, J., & Dubrow, R. (2020). Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. *Nature Immunology*, 21(5), 479–483.  
<https://doi.org/10.1038/s41590-020-0648-y>
- Roque, A. L. R., & Jansen, A. M. (2014). Wild and synanthropic reservoirs of Leishmania species in the Americas. *International Journal for Parasitology Parasites and Wildlife*, 3(3), 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.08.004>
- Traub-Csekö, Y. M., Ramalho-Ortigão, M., & Telleria, E. L. (2022). Editorial: Sand flies and their interactions with leishmania and other pathogens. *Frontiers in Tropical Diseases*, 3. <https://doi.org/10.3389/fitd.2022.882512>
- Volfová, V., Jančářová, M., & Volf, P. (2024). Sand fly blood meal volumes and their relation to female body weight under experimental conditions. *Parasites & Vectors*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06418-y>
- 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).

William, & Weaver, S. C. (2024). Effects of climate change and human activities on vector-borne diseases. *Nature Reviews Microbiology*, 22(8), 476–491.

<https://doi.org/10.1038/s41579-024-01026-0>