

**ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA DE TÁBANOS (DIPTERA: TABANIDAE) EN
CINCO PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA.**

SONIA MILENA RODRÍGUEZ GERENA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2016

**ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA DE TÁBANOS (DIPTERA: TABANIDAE) EN
CINCO PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA.**

SONIA MILENA RODRÍGUEZ GERENA

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo

Director:

DANIEL RAFAEL MIRANDA ESQUIVEL

Doctor en Ciencias Naturales

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

BUCARAMANGA

2016

A toda mi familia.

A mis padres Ernesto y Betty, a ellos especialmente les dedico esta tesis, por creer en mí; a Juli y a Elkin, sin ellos no hubiera sido posible llegar a cumplir mis metas y objetivos. Gracias por el esfuerzo, la comprensión y la paciencia de todos ustedes.

Los Amo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial a la Dra. Adriana Castillo, exsecretaria general de la UIS, por su orientación y apoyo así como sus consejos para el reingreso a la universidad.

También agradezco sinceramente a mi director de tesis, el Dr. Daniel Rafael Miranda-Esquivel, sus orientaciones han sido fundamentales para mi formación como investigador. Él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico; siempre mi respeto y admiración, así como, sentirme en deuda por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta Tesis.

A los profesores Fernando Rondón, Martha Patricia Ramírez y Alicia Rojas, por su apoyo y motivación para culminar mi tesis; también a mis demás profesores de la Escuela por ser verdaderos ejemplos en cuanto a vocación y conocimiento.

A mis excompañeros del laboratorio y amigos, Ibeths y Mario, por sus consejos y buenos momentos compartidos, y a los actuales por escuchar y darme sus opiniones sobre el trabajo realizado.

A Juan Diego, Jeffrey, Diego y Lina, por su apoyo y compañía incondicional.

A Juli, quien su grado de primaria coincidió con el final de mi tesis, él es lo mejor que nunca me ha pasado, gracias bebé.

A Elkin, por darme su amor, apoyo y confianza.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. ANTECEDENTES	16
1.1 ZONA DE ESTUDIO	16
1.2 TÁBANOS EN COLOMBIA	18
1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
2. MATERIALES Y MÉTODOS	23
2.1 MUESTREO	23
2.2 LOCALIDADES	23
2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS ESPECÍMENES COLECTADOS EN CADA LOCALIDAD	24
2.4 ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA DE TÁBANOS	25
2.5 SEMEJANZA EN LA COMPOSICIÓN ENTRE LOCALIDADES	27
2.6 SEMEJANZA EN LA COMPOSICIÓN ENTRE LAS TRAMPAS	28
3. RESULTADOS	30
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE TABANIDAE	30
3.2 DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES	31
3.3 ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA DE TABANIDAE	34
3.4 SIMILARIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LAS LOCALIDADES	37
3.5 SIMILARIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LAS TRAMPAS	39
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
5. CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	64

LISTA DE FIGURAS

Pág.

- Figura 1. Riqueza y composición de tribus de la familia Tabanidae para los cinco conjuntos de trampas asociadas de acuerdo a las localidades de Colombia muestreadas. L1, PNN Utria; L2, PNN Farallones de Cali; L3, PNN Tayrona; L4, PNN La Paya; L5, PNN El Tuparro.32
- Figura 2. Curvas de acumulación de especies de la riqueza observada y riqueza estimada para la familia Tabanidae colectada en la zona de estudio (A) y en cada una de las cinco localidades (B, C, D, E, F). Estimadores no paramétricos: Chao 2 (rojo); Jack 1 (verde); Jack 2 (purpura). Riqueza observada (naranja), únicas (amarillo) y duplicadas (azul).35
- Figura 3. Dendrograma del agrupamiento jerárquico aglomerativo de las cinco localidades a partir de su similitud (Jaccard) y utilizando el algoritmo de ligamiento promedio (Coeficiente de correlación cofenético = 0.61). Localidades coloreadas así: L1 (rojo); L2 (celeste); L3 (verde); L4 (naranja) y L5 (azul).39
- Figura 4. Dendrograma de 204 trampas Malaise de cinco localidades de Colombia, con agrupamiento jerárquico aglomerativo UPGMA y distancias Euclidianas (Correlación confenética = 0.52). Colores indican conjuntos de trampas de la misma localidad: PNN Utria (rojo); PNN Farallones de Cali (celeste); PNN Tayrona (verde); PNN La Paya (naranja); PNN El Tuparro (azul).40
- Figura 5. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para las 204 trampas examinadas. Conjuntos de trampas de una misma localidad se relacionan por colores así: localidad L1, PNN Utria (rojo); localidad L2, PNN Farallones de Cali (celeste); localidad L3, PNN Tayrona (verde); localidad L4, PNN La Paya (naranja) y localidad L5, PNN El Tuparro (azul).41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distancia geográfica (Km) entre las cinco localidades utilizadas en este estudio.	24
Tabla 2. Modelos asintóticos de acumulación de especies evaluados.	26
Tabla 3. Representatividad del muestreo en las cinco localidades con base en los estimadores no paramétricos y la extrapolación de la riqueza.....	37
Tabla 4. Índice de similaridad de Jaccard y distancia Euclidiana para las comparaciones pareadas entre las cinco localidades evaluadas.....	38

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. Posición geográfica de las cinco localidades utilizadas en este estudio, las cuales se ubican dentro de cinco áreas naturales protegidas de Colombia así: PNN Utría, localidad L1; PNN Farallones de Cali, localidad L2; PNN Tayrona, localidad L3; PNN La Paya, localidad L4; PNN El Tuparro, localidad L5.....	64
ANEXO B. Asignación taxonómica de los especímenes de la familia Tabanidae colectados en cinco diferentes localidades de Colombia y el porcentaje de riqueza por géneros y tribus colectados con las 204 trampas Malaise.....	65
ANEXO C. Ajuste de los modelos asintóticos evaluados a las curvas de acumulación de los cinco conjuntos de trampas (localidades). AICc, Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas; Δ AICc, diferencia de AICc entre cada modelo y el más plausible; Wt, peso de Akaike. Valores resaltados muestran la asíntota del modelo con mejor ajuste.	69
ANEXO D. Gráfico de siluetas para para los k agrupamientos propuestos de las 204 trampas Malaise. Conglomerados 1, 3 y 4 presentan valores del índice de siluetas (s_i) negativos. s_i promedio = 0.17.	71

RESUMEN

ESTIMACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA DE TÁBANOS (DIPTERA: TABANIDAE) EN CINCO PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA*

AUTORA: SONIA MILENA RODRÍGUEZ GERENA**

PALABRAS CLAVE: Tabanidae, riqueza, composición, Parques Nacionales Naturales.

DESCRIPCIÓN

En Colombia los patrones de distribución y variación de la riqueza de especies de la familia Tabanidae han sido poco estudiados. Este trabajo determinó y comparó la composición y riqueza de tábanos de cinco localidades pertenecientes a cinco áreas naturales protegidas, analizando especímenes del proyecto Diversidad de Insectos de Colombia, colectados con trampas Malaise por miembros del Instituto Alexander von Humboldt y el Sistema de Parques Nacionales Naturales. En total se examinaron 4231 individuos y se determinaron 22 géneros y 98 morfoespecies; de las cuales el 83% pertenece a la subfamilia Tabaninae (Diachlorini + Tabanini). La riqueza de especies por tribu observada en las localidades fue similar a otras áreas con características ecológicas parecidas y no necesariamente relacionadas por su proximidad geográfica. Los análisis de agrupamiento y ordenación indican que la alta riqueza de las localidades L1 (PNN Utria) y L2 (PNN Farallones de Cali) presenta mayor similitud con la localidad L3 (PNN Tayrona) que con las localidades L4 (PNN La Paya) y L5 (PNN El Tuparro), y a su vez, estas dos últimas exhiben mayor variación en la composición entre sus respectivas muestras. Para la zona de estudio se distinguen dos áreas; el occidente como una zona rica en tábanos y el oriente del país con menor riqueza y de composición menos similar al resto.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Daniel Rafael Miranda Esquivel, Doctor en Ciencias Naturales

ABSTRACT

TÍTULO: ESTIMATION OF SPECIES RICHNESS OF HORSE-FLIES (DIPTERA: TABANIDAE) IN FIVE COLOMBIAN NATIONAL NATURAL PARKS*

AUTHOR: RODRÍGUEZ G. SONIA MILENA**

KEY WORDS: Tabanidae, species richness, composition, National natural parks.

DESCRIPCIÓN

In Colombia, the distribution patterns and richness variation of the family Tabanidae have been little studied. In this work, we determined and compared the composition and species richness of horse-flies in five localities from five natural protected areas, by analyzing specimens collected using Malaise traps during the Project entitled "Insects Diversity from Colombia" by members of the Alexander von Humboldt Institute and Sistema de Parques Nacionales Naturales (System of National Natural Parks). A total of 4231 individuals were examined and 22 genera and 98 morphospecies were determined; of which 83% belongs to the Tabaninae (Diachlorini + Tabanini) subfamily. The species richness by tribe observed in the localities was similar to other areas with similar ecological features and was not necessarily related to their geographical proximity. The cluster and the order analysis indicate that the high species richness of localities L1 (PNN Utria) and L2 (PNN Farallones de Cali) shows greater similarity to locality L3 (PNN Tayrona) than to localities L4 (PNN La Paya) and L5 (PNN Tuparro) and the latter two exhibit greater variation between their samples composition. For the studied localities two areas can be distinguished; the west as a rich area in tabanids species and the east of the country, with less species richness and being less similar to the rest of the country composition.

* Grade Work

** Science Faculty. School of Biology. Director: Daniel Rafael Miranda Esquivel, Doctor of Natural Sciences

INTRODUCCIÓN

Los tábanos (Díptera: Tabanidae) son insectos ampliamente estudiados por la capacidad hematófaga de las hembras y su potencialidad como vectores de enfermedades¹. El tamaño de las especies de esta familia varía de 6 a 30 mm de longitud y presentan distintos patrones de coloración, que van desde marrón y amarillo hasta colores metálicos². Otros rasgos como la presencia de ocelos, el patrón de rayas, manchas o dibujos sobre tórax y abdomen, el número de flagelómeros, la longitud de la proboscis y rasgos de la genitalia; son caracteres diagnóstico utilizados en la determinación de los géneros de las 3 subfamilias; Pangoniinae, Chrysopsinae y Tabaninae^{3, 4, 5}

Se encuentran ampliamente distribuidos en climas tropicales y templados con un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 5000 m.s.n.m.⁶. Existen aproximadamente 4.350 especies descritas de las cuales alrededor de 1500 se distribuyen en el Neotrópico⁷, donde se han establecido en la mayoría de hábitats; desde zonas costeras y manglares hasta los nevados de los Andes; y desde los desiertos extremos de Perú y Chile hasta los bosques tropicales de Brasil⁸. En

¹ PADGETT, J. J., & JACOBSEN, K. H. Loiasis: African eye worm. Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Higiene, 102: 983–989. 2008

² CHAINEY, J. E., & OLDROYD, H. Family Tabanidae. En R. W. Crosskey, Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region (págs. 273-308). London: British Museum (Natural History). 1980

³ FAIRCHILD, G. B., & BURGER, J. F. A Catalog of the Tabanidae (Diptera) of the South of the United States. Memoirs of the American Entomological Institute, 55: 1249. 1994

⁴ TESKEY, H. J. The horse flies and deer flies of Canada and Alaska (Diptera: Tabanidae) In: The Insects and Arachnids of Canada part 16. Biosystematics Research Institute, Ottawa, 381 pp. 1990

⁵ COSCARÓN, S., & PAPAVERO, N. An Illustrated manual for the identification of the Neotropical Genera and Subgenera of Tabanidae (Diptera). Museu Paraense Emílio Goeldi, 150. 1993

⁶ CHAINEY, J. E. Horse-Flies, deer-flies and clegs (Tabanidae). En R. P. Lane, & R. Crosskey, Medical Insects and Arachnids (págs. 310-327). London U.K.: Department of Entomology. The Natural History Museum. 1995

⁷ WOLFF, M. E., & MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. Family Tabanidae. Zootaxa, 1: 50. 2016

⁸ OLIVEIRA, F. L., RAFAEL, J. A., & HENRIQUES, A. L. *Phorcotabanus cinereus* (Wiedemann, 1821) (Diptera: Tabanidae), an Ornithophilic Species of in Central Amazon, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 97: 1-6. 2002

general, para el continente Americano, Cárdenas *et al.*,⁹ confirman la existencia de un gradiente en la riqueza de especies de tábanos con singularidades, como por ejemplo en Chile, en donde se presenta un alto endemismo (alrededor del 53.8%) y no comparte especies con México. Igualmente se cuenta con información desde otras zonas como Brasil y Estados Unidos^{10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}, además de catálogos y listados para el Neotrópico^{17, 18, 19, 20, 21, 22}; estudios que se basan en descripciones morfológicas, aspectos taxonómicos y médicos relacionados con enfermedades tropicales.

⁹ CÁRDENAS, R. E., BUESTÁN, J. A., & DANGLES, O. Diversity and distribution models of horse flies (Diptera: Tabanidae) from Ecuador. *Annales de la Société Entomologique de France*, 45: 511-528. 2009

¹⁰ FAIRCHILD, G. B. Family Tabanidae. Guide to the insects of Connecticut. Part VI. The Diptera or true Flies of Connecticut. 4th Fascicle. Bulletin of the Connecticut State Geological and Natural History Survey, 75:31. 1950

¹¹ PECHUMAN, L. L. The Insects of Virginia No. 6. Horse Flies and Deer Flies of Virginia (Diptera: Tabanidae). State University Research Division Bulletin, 81:92. 1973

¹² PECHUMAN, L. L., WEBB, D. W., & TESKEY, H. J. The Diptera, or True Flies, of Illinois. I. Tabanidae. III. Natural History Survey Bulletin, 33:121. 1983

¹³ HENRIQUES, A. L., & GORAYEB, I. S. Tabanidae (Diptera) da Amazônia. XIII. Descrição de *Catachlorops (Psarochlorops) amazonicus* sp. n. e *C. (Amphichlorops) mellosus* sp. n. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia, 13: 1119. 1997

¹⁴ BARROS, A. Seasonality and relative abundance of Tabanidae (Diptera) captured on horses in the Pantanal, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96: 917-923. 2001

¹⁵ BARLETT, K., STEVEN, R., & GINSBERG, H. The Horse and Deer Flies (Diptera: Tabanidae) of Rhode Island. *Annals Entomology Society of America*, 93: 317-331. 2002

¹⁶ GORAYEB, I. S. Tabanidae (Diptera) of Amazônia XXI. Descriptions of *Elephantotus* gen. n. and *E. tracuatuensis* sp. n. (Diachlorini) from the Brazilian coast. *ZooKeys*, 395: 23. 2014

¹⁷ FAIRCHILD, G. B. Notes on Neotropical Tabanidae XII. Classification and distribution, with keys to genera and subgenera. *Arquivos de Zoologia de São Paulo*, 17: 199-255. 1969b

¹⁸ FAIRCHILD, G. B. Notes on Neotropical Tabanidae XII, Classification and distribution, with keys to genera and subgenera. *Arquivos de Zoologia*, 17(4): 208-220. 1969c

¹⁹ BURGER, J. F. Notes on and descriptions of new and little-known species of Neotropical Tabanidae (Diptera). *Memoirs on Entomology International*, 14: 51-74. 1999

²⁰ COSCARÓN, S., & PAPAVERO, N. Catalogue of Neotropical Diptera. Tabanidae. *Neotropical Diptera*, 6: 1-137. 2009a

²¹ COSCARÓN, S., & PAPAVERO, N. Manual of Neotropical Diptera. Tabanidae. *Neotropical Diptera*, 6: 1-137. 2009b

²² HENRIQUES, A. L., KROLOW, T. K., & RAFAEL, J. A. Corrections and additions to Catalogue of Neotropical Diptera (Tabanidae) of Coscarón & Papavero (2009). *Revista Brasileira de Entomologia*, 56: 277-280. 2012

En Colombia, este tipo estudios sobre Tabanidae también son amplios y se han desarrollado en áreas de distribución como la Costa Pacífica Colombiana^{23, 24}, Costa Atlántica^{25, 26}, parte de la Cordillera Central^{27, 28}, y en áreas naturales protegidas^{29, 30, 31}. Sin embargo, trabajos relacionados con patrones de distribución y variación de la riqueza y composición para la familia son escasos. En este sentido, existe un vacío en la información relacionada con la similitud composicional de Tabanidae entre diferentes áreas de Colombia, que dificulta contar con una visión local y regional de su riqueza de especies. Por esta razón, el propósito de este estudio es desarrollar un análisis comparativo de la riqueza y composición de tábanos de cinco localidades de Colombia, que por pertenecer a diferentes áreas naturales protegidas alejadas entre sí, permitirá establecer relaciones de semejanza entre sitios separados geográficamente.

²³ WILKERSON, R. C. Tábanos (Diptera: Tabanidae) de los departamentos colombianos del Chocó, Valle, y Cauca (Cali, Colombia). *Cespedesia*, 7: 87-433. 1979

²⁴ BEQUAERT, J. C., & RENGIFO, S. The Tabanidae of Colombia (Díptera). *Cespedesia*, 3: 140-172. 1974

²⁵ OTTE, M. J., ABUABARA, J. Y., NIETO, M. I., & GUTIERREZ, J. R. Incidence of *Trypanosoma vivax* infection on three cattle farms on the north coast of Colombia. *Proc. 5th. International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics*, 104-106. 1988

²⁶ OTTE, M. J., & ABUABARA, J. Y. Transmission of South América *Trypanosoma vivax* by the neotropical horse fly *Tabanus nebulosus*. *Acta Tropica*, 49: 73-76. 1991

²⁷ HERNÁNDEZ, C. E., & SALAZAR, J. A. Tabanidae del centro de Caldas. Manizales. Tesis de Grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 172. 1985

²⁸ PARRA-HENAO, G., ALARCON-PINEDA, G. P., & López-Valencia, G. Ecología y Análisis parasitológico de tábanos (Díptera: Tabanidae) en Antioquia, Colombia. *Caldasia*, 30 (1): 179-188. 2008

²⁹ PISCIOTTI, I. Horse flies (Díptera: Tabanidae) from the "Parque Nacional Natural Chiriquete". Caquetá, Colombia. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 2005

³⁰ GUALDRON DIAZ, J. C. Interactive key of the tribe Tabanini (Diptera: Tabanidae) from protected areas in Colombia and description of a new species of Tabanidae (diptera) from Colombia: *Tabanus chiribiquensis* sp nov. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 2013

³¹ TORRES, A., & MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. Wing Shape Variation in the Taxonomic Recognition of Species of *Diachlorus* Osten-Sacken (Diptera: Tabanidae) from Colombia. *Neotropical Entomology*, 1:28. 2016

1. ANTECEDENTES

1.1 ZONA DE ESTUDIO

El 38.2 % de las áreas naturales protegidas de Colombia corresponden a Parques Nacionales Naturales (PNN); una de las categorías de manejo utilizadas para proteger el componente biótico, geomorfológico y cultural de país³². Actualmente se cuenta con 42 PNN donde se han realizado estudios en diferentes grupos taxonómicos con el objetivo de conocer los procesos ecológicos, las especies y los ecosistemas característicos³³. El presente estudio utiliza información de la Tabanofauna de los siguientes PNN de Colombia, para los cuales se hace una breve descripción de sus características climáticas y bióticas.

El PNN Tayrona, ubicado en jurisdicción del municipio de Santa Marta, departamento del Magdalena, con pluviosidad entre 500 y 2000 mm, y temperatura promedio a nivel del mar es de 27°C, y en las partes altas entre 20 y 22°C³⁴. La vegetación está compuesta de matorrales xerofíticos y subxerofíticos, bosques secos y en las colinas bosques húmedos; y su fauna cuenta con 59 especies de mamíferos terrestres³⁵ y 396 especies de aves.^{36, 37}

³² VÁSQUEZ, V. H., & SERRANO, M. Las Áreas Naturales Protegidas de Colombia. Conservación Internacional. Bogotá-Colombia: Fundación Biocolombia. 696 p. 2009

³³ Ibid.

³⁴ Ibid.

³⁵ MORALES-JIMENEZ, A. L., SÁNCHEZ, F., POVEDA, K., & CADENA, A. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia, guía de campo. Primera edición. Bogotá: Ramos López Editorial. 2004

³⁶ HILTY, L. S., & BROWN, W. L. Guía de las Aves de Colombia. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 2001

³⁷ MCMULLAN, M., & DONEGAN, T. *Field Guide to the Birds of Colombia. 2nd Edition.* Bogotá: Fundación Proaves de Colombia. 2014

El PNN Ensenada de Utría, ubicado en el departamento del Chocó incluye la parte meridional de la serranía del Baudó, donde la precipitación supera los 7.000 mm anuales, por lo que en temporada de lluvias se alcanza una humedad relativa del 99%, y la temperatura oscila entre 23 y 30° C³⁸. Las comunidades vegetales corresponden a bosques y manglares, y su fauna se caracteriza por la presencia de reptiles y mamíferos tanto marinos como terrestres, destacándose el grupo de los quirópteros con 26 especies. Las aves constituyen el grupo más diverso con alrededor de 270 especies seguidas por los crustáceos con 105 especies de decápodos.

El PNN Farallones de Cali, ubicado en el departamento del Valle del Cauca, presenta una precipitación que oscila entre 3000 y 6000 mm y una temperatura entre los 5 y 25° C. Su diversidad faunística está representada por organismos del Chocó biogeográfico y de los Andes, con 80 especies de murciélagos, 5 de primates³⁹ y una amplia diversidad de aves de la familia Thraupidae, por lo que ha sido considerada como una zona de endemismo regional⁴⁰. Velásco⁴¹ reporta 25 especies de anfibios y 51 especies, de reptiles para esta zona.

En el PNN El Tuparro, ubicado sobre el departamento de Vichada, al oriente del país, presenta una precipitación anual de 2981 mm y una temperatura promedio de 27° C. Los bosques son de dos tipos; riparios o de galería, y siguen los cursos de los ríos y afluentes. En ellos se han registrado 54 especies de reptiles y 17 de anfibios⁴².

³⁸ VÁSQUEZ, & SERRANO. Op. Cit.

³⁹ MORALES-JIMENEZ, SÁNCHEZ, POVEDA, & CADENA. Op. Cit.

⁴⁰ HILTY, & BROWN. Op. Cit.

⁴¹ VELÁSICO, J. A., QUINTERO, A., & GARCÉS-RESTREPO, M. F. Diversidad Específica de Anfibios y Reptiles en zonas bajas del pacífico del Valle del Cauca. *Cespedesia*, (31): 81-94. 2008

⁴² VILLARREAL-LEAL, H., & MALDONADO-OCAMPO, J. Caracterización biológica del parque Nacional Natural El Tuparro (sector noreste), Vichada, Colombia. Bogotá D.C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos-Alexander von Humboldt. 2007

En aves hay 320 especies y el género más rico es *Tangara* con 8 especies⁴³ y en mamíferos se presentan 5 especies de primates⁴⁴.

Finalmente hacia el sur del país se encuentra el PNN La Paya, ubicado en el departamento del Putumayo sobre la frontera con las Repúblicas de Ecuador y Perú. Con una precipitación anual de 2600 mm y una temperatura promedio de 26 °C constituye uno de los lugares del país con mayor riqueza faunística, en gran medida gracias a que su historia geológica ha favorecido el desarrollo de procesos de especiación geográfica y de aislamiento reproductivo⁴⁵. Constituido principalmente por bosque húmedo tropical con alrededor de 46 especies de mamíferos terrestres y 28 de murciélagos⁴⁶, se destacan mamíferos como el manatí (*Trichechus inungus* Natterer). Existen numerosas especies de aves y reptiles, y el recurso íctico es igualmente abundante y diverso con 110 especies.⁴⁷

1.2 TÁBANOS EN COLOMBIA

Para la familia Tabanidae, los primeros registros taxonómicos en nuestro país datan de mediados y fin del siglo XIX y corresponden a descripciones de algunas especies, realizadas por autores como Macquart⁴⁸, Walker⁴⁹ y Schiner⁵⁰. En el siglo XX, Bequaert & Rengifo⁵¹ ampliaron la lista a 129 especies y establecieron

⁴³ Ibid.

⁴⁴ MORALES-JIMENEZ, SÁNCHEZ, POVEDA, & CADENA. Op. Cit.

⁴⁵ VÁSQUEZ, & SERRANO. Op. Cit.

⁴⁶ POLANCO-OCHOA, R., JAIMES, V., & PIRAGUA, W. Los mamíferos del Parque Nacional Natural La Paya, Amazonia colombiana. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. 23:671-682. 1999

⁴⁷ VÁSQUEZ, & SERRANO. Op. Cit.

⁴⁸ MACQUART, J. Dipteres exotiques nouveaux au peu connus 2e. supplément. Memoires de la Sociét Royal des Sciences, de I'Agriculture et des Arts, Lille, 21:21-120. 1847

⁴⁹ WALKER, F. List of the specimens of dipterous insects in the collection of the British Museum. London, pt. I: 1-229. 1848

⁵⁰ SCHINER, J. R. Diptera. Reise der Osterr. Fregatte Novara in den Jahren 1857, 1858, 1859, Zoologischer Teil, II, 1. Abt., B, pt. 1: 1-388. 1868

⁵¹ BEQUAERT, J. C., & RENGIFO, S. The Tabanidae of Colombia (Diptera). Psyque, 53: 52-86. 1946

claves para algunos subgéneros y géneros con localidades y datos sobre distribución; mientras Lee⁵² realizó contribuciones estudiando los artrópodos hematófagos del Río Raposo en Buenaventura, Valle del Cauca. La monografía de Wilkerson⁵³ sobre los tábanos del Occidente Colombiano, aportó información sobre 226 especies y 29 géneros; destacándose por la descripción de nuevas especies, el desarrollo de claves, sinonimias, distribución y aspectos ecológicos de estos insectos. Posteriormente se incrementaron las descripciones de nuevas especies para Colombia y se adicionaron otras citadas en las publicaciones de Wilkerson & Fairchild⁵⁴, Gorayeb & Rafael⁵⁵ y Hernández & Salazar⁵⁶. Fairchild & Burger⁵⁷ en su catálogo de tábanos de América del Sur, hicieron varias adiciones a la fauna de tábanos del país, y la revisión presentada por Wolff & Miranda-Esquivel⁵⁸ establece que actualmente existen en este 256 especies, 32 géneros, 6 tribus y 3 subfamilias.

Recientemente se han desarrollado estudios utilizando tábanos colectados en áreas naturales protegidas de Colombia; como los desarrollados por Pisciotti⁵⁹ en el PNN Chiribiquete, quien determinó 64 morfoespecies; agrupadas en 3 subfamilias y 14 géneros; Gualdrón⁶⁰, quien presentó una clave interactiva para la tribu Tabanini con descripción de una nueva especie (*Tabanus* n. sp.) y Torres & Miranda-Esquivel⁶¹ quienes exploraron la variación geométrica de las alas y su uso para discriminar especies de *Diachlorus*. No obstante, en cuanto a estudios comparativos de la riqueza y composición, un único trabajo ha sido realizado con

⁵² LEE, V. H., FAIRCHILD, G. B., & BARRETTO, P. Artrópodos hematófagos del Río Raposo, Valle, Colombia, III. Tabanidae. *Caldasia*, 10(49): 441-458. 1969

⁵³ WILKERSON, Op. Cit.

⁵⁴ WILKERSON, R. C., & FAIRCHILD, G. B. A review of the South American species of *Esenbeckia*, subgenus *Esenbeckia* (Diptera: Tabanidae). *Journal of Natural History*, 17: 519-567. 1983

⁵⁵ GORAYEB, I. S., & RAFAEL, J. A. Tabanidae (Diptera) of Amazonia III. Description of the male of *Betrequia ocellata* Oldroyd, with on Rhinomyzini in the New World. *Myia*, 3: 330-340. 1985

⁵⁶ HERNÁNDEZ, & SALAZAR. Op. Cit.

⁵⁷ FAIRCHILD, & BURGER. 1994 Op. Cit.

⁵⁸ WOLFF, & MIRANDA-ESQUIVEL. Op. Cit.

⁵⁹ PISCIOTTI, Op. Cit.

⁶⁰ GUALDRON DIAZ, Op. Cit.

⁶¹ TORRES, & MIRANDA-ESQUIVEL, Op. Cit.

inventarios entomológicos del país. Se trata de lo realizado por Molina⁶², quienes estudiando la composición de insectos hematófagos de una localidad del PNN Chiribiquete (Caquetá), exploraron su similitud con lo registrado en otras zonas del país como la Guajira y el Valle del Cauca.

1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Desde el punto de vista metodológico, el enfoque del presente estudio inicia con la determinación de la riqueza de especies localmente, la cual ha sido considerada por Colwell & Coddington⁶³ como uno de los pasos para describir los patrones de diversidad de un taxón. Dentro de los métodos más ampliamente utilizados para esto se encuentran las curvas de acumulación de especies y los estimadores no-paramétricos⁶⁴. Las primeras representan el incremento en el número de especies a medida que aumenta el esfuerzo de muestreo realizado⁶⁵, permitiendo extrapolar un máximo valor de riqueza considerando un muestreo infinito^{66, 67}. Los estimadores por su parte, determinan el número de especies no vistas a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies raras^{68, 69}.

⁶² MOLINA, J. A., HILDEBRAND, P., OLANO, V. A., MUÑOS DE HOYOS, P., & BARRETO, M. Fauna de insectos hematófagos del Sur del Parque Natural Nacional Chiribiquete. *Biomédica*, 20: 314-26. 2000

⁶³ COLWELL, R. K., & CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 345:101-118. 1994

⁶⁴ CHAZDON, R. L., COLWELL, R. K., DENSLOW, J. S. & GUARIGUATA, M. R., Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of Northeastern Costa Rica. In: *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*: 285–309 (F. Dallmeier & J. A. Comiskey, Eds). The Parthenon Publishing Group, Paris. 1998

⁶⁵ CLENCH, H. How to make a regional list of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopteran society*, 33: 216-231. 1979

⁶⁶ SOBERÓN, J., & LLORENTE, J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480-488. 1993

⁶⁷ CHAZDON, COLWELL, DENSLOW, & GUARIGUATA, Op. Cit.

⁶⁸ COLWELL, & CODDINGTON, Op. Cit.

⁶⁹ CHAZDON, COLWELL, DENSLOW, & GUARIGUATA, Op. Cit.

Una vez se cuenta con una medida de riqueza para un conjunto de sitios, se procede a comparar y determinar si existen diferencias en la composición de especies entre ellos. En este sentido, el índice de Jaccard⁷⁰, considerado como una medida de continuidad que se enfoca en el número de especies en común entre sitios⁷¹ y la Distancia Euclidiana⁷² considerada como distancia métrica y natural⁷³; permiten interpretar tales diferencias entre pares de localidades, en términos de similaridad y disimilaridad respectivamente. También se ha establecido que la variación en composición, frecuentemente depende de la distancia geográfica que separa los sitios; por lo que para explorar este aspecto Mantel⁷⁴ propuso un test basado en regresión generalizada, que utiliza una matriz dependiente (similaridad) y una matriz predictora en este caso de distancias geográficas⁷⁵, para evaluar la existencia de asociación entre estas.

Crisci & López Armengol⁷⁶, sugieren que además de explorar la similaridad entre pares de objetos, es importante sintetizar la información de un conjunto de elementos a fin de permitir el reconocimiento de las relaciones entre la totalidad de ellos. Para esto, se pueden utilizar técnicas como el análisis de agrupamientos y los métodos de ordenación, donde las relaciones de cada objeto con los demás son representadas gráficamente.

⁷⁰ JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bulletin Society Vaud Science Nature, 44: 223-27. 1908

⁷¹ KOLEFF, P., GASTON, K.J. & LENNON, J.J. Measuring beta diversity for presence-absence data. Journal of Animal Ecology, 72:367-382. 2003

⁷² SOKAL, R. R. Distance as a measure of taxonomic similarity. Systematic Zoology, 10: 70-79. 1961

⁷³ OKSANEN, J. Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial. 2015. Disponible en: <http://cc.oulu.fi/~jarioksa/opetus/metodi/vegantutor.pdf>

⁷⁴ MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. Cancer Research, 27: 209-220. 1967

⁷⁵ LEGENDRE, P., & FORTIN, M. J. Spatial pattern and ecological analysis. Vegetation, 80: 107-138. 1989

⁷⁶ CRISCI J.V. & LÓPEZ-ARMENGOL M. F. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Organización de Estados Americanos. Serie de Monografías Biológicas, 26: 1-128. 1983

Para el caso del primero se dispone de una variedad de algoritmos^{77, 78, 79}, donde la clasificación jerárquica aglomerativa goza de popularidad en la literatura y el dendrograma se puede escoger con el coeficiente de correlación cofenético⁸⁰. Este último consiste en un coeficiente de correlación del momento-producto entre la matriz de similitud original y la matriz cofenética⁸¹ construida a partir de los valores del agrupamiento⁸². Una alta correlación entre ellas es señal de escasa distorsión al realizar la representación bidimensional. Sneath & Sokal⁸³ demostraron empíricamente que el algoritmo de ligamiento promedio origina la menor distorsión.

Por su parte, la ordenación basada en similaridad se realiza con técnicas como el Escalado multidimensional no métrico (NMDS) desarrollado por Kruskal⁸⁴, el cual permite representar geoméricamente un conjunto de objetos por puntos, tal que las distancias entre estos correspondan a la disimilaridad observada⁸⁵; como medida de bondad del ajuste entre la representación espacial y dicha disimilaridad, Kruskal⁸⁶ propuso la medida del estrés para cada configuración espacial de puntos evaluando sus disparidades bajo una relación monótonica, con el objetivo de mover los puntos hasta que el estrés sea mínimo⁸⁷.

⁷⁷ SOKAL, R.R. & SNEATH, P. Principles of Numerical Taxonomy, Freeman, San Francisco, Ca. 359 p. 1963

⁷⁸ KAUFMAN, L., & ROUSSEEUW, P. J. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. New York: John Wiley & Sons. 1990

⁷⁹ CRISCI & LÓPEZ-ARMENGOL M. Op. Cit.

⁸⁰ SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. Taxon, 11: 33-40. 1962

⁸¹ ROHLF, F. J., & FISHER, D. R. Test for hierarchical structure in random data sets. Systematic Zoology, 407-412. 1968

⁸² SNEATH, P., & SOKAL, R. R. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification, p. 278 ff. San Francisco: Freeman. 1973

⁸³ SNEATH, & SOKAL, Op. Cit.

⁸⁴ KRUSKAL, J. B. Multidimensional Scaling by optimizing goodness of fit to nonmeric hypothesis. Psychometrika, 29: 1-27. 1964

⁸⁵ SNEATH, & SOKAL, Op. Cit.

⁸⁶ KRUSKAL, Op. Cit.

⁸⁷ SNEATH, & SOKAL, Op. Cit.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MUESTREO

El material biológico examinado hace parte del Proyecto Diversidad de Insectos de Colombia⁸⁸, el cual es una acción mancomunada entre el Instituto Alexander von Humboldt, el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (ICN), la Universidad de Kentucky, el Museo de Historia Natural del Condado de los Ángeles y el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Se analizaron 42jj31 especímenes los cuales fueron colectados mediante el uso de 204 trampas Malaise distribuidas en cinco localidades entre los 0 y 1000 msnm. El muestreo fue realizado desde enero de 2000 hasta enero de 2003, con una intensidad promedio de 368 horas/trampa.

2.2 LOCALIDADES

Los localidades están ubicadas en cinco Parques Nacionales Naturales y los sitios de muestreo fueron: localidad L1 (6° 1' N, 77° 20' W), PNN Utria, en el departamento de Chocó; localidad L2 (3° 26' N, 76° 48' W), PNN Farallones de Cali en el departamento de Valle del Cauca; localidad L3 (11° 20' N, 74° 2' W), PNN Tayrona del Magdalena; localidad L4 (0° 7' S, 74° 56' W), PNN La Paya en el Putumayo y localidad L5 (5° 21' N, 67° 51' W), PNN El Tuparro en el departamento de Vichada (Anexo A). Las localidades están separadas geográficamente por distancias que oscilan 292 y 1270 km (tabla 1).

⁸⁸ CAMPOS, D.F., & FERNÁNDEZ, F. El proyecto “Diversidad de Insectos en 539 Colombia”. Proyecto de red Iberoamericana de Biogeografía y 540 Entomología Sistemática PrIBES. m3m Monografías Tercer Milenio, 541: 297–300. 2002

Tabla 1. Distancia geográfica (Km) entre las cinco localidades utilizadas en este estudio.

	Localidad L1	Localidad L2	Localidad L3	Localidad L4
Localidad L2	292			
Localidad L3	691	926		
Localidad L4	729	444	1270	
Localidad L5	1053	1016	949	996

2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS ESPECÍMENES COLECTADOS EN CADA LOCALIDAD

Cada espécimen fue clasificado en su respectiva subfamilia, tribu y género; e identificado hasta nivel de especie (en los casos donde fue posible); utilizando caracteres morfológicos externos, incluyendo la genitalia^{89,90,91}, la cual fue obtenida cortando el extremo posterior del abdomen y sumergiéndolo primero en solución de KOH al 10% durante 1 minuto y posteriormente en agua acidulada. La disección y extracción de la genitalia se realizó bajo lupa estereoscópica y fue sumergida en alcohol para su deshidratación por tres minutos⁹².

⁸⁹ COSCARÓN, S., & GONZÁLEZ, C. R. Tabanidae de Chile: Lista de especies y clave para los géneros conocidos de Chile (Díptera: Tabanidae). Acta Entomológica Chilena, 16: 125-150. 1991

⁹⁰ COSCARÓN, & PAPAVERO, Op. Cit.

⁹¹ CHAINEY, JOp. Cit.

⁹² GONZÁLEZ, C. R. A revision of southern Neotropical genera related to *Dasybasis* Macquart, 1847 (Diptera: Tabanidae: Diachlorini). Memoirs of Entomology International, 14: 137-194. 1999

Se utilizaron las claves taxonómicas propuestas para el grupo por Wilkerson⁹³; Coscarón & González⁹⁴; Coscarón & Papavero⁹⁵, Pechuman & Teskey⁹⁶ y Burger⁹⁷ y las observaciones junto con el procesamiento del material se llevaron a cabo en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Industrial de Santander.

2.4 ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA DE TÁBANOS

Para medir la riqueza de tábanos dentro de cada localidad, se contó el número de especies/morfoespecies (riqueza específica) en cada una de las trampas de cada sitio y se sumaron para obtener un total por localidad. Se calcularon la media, el intervalo de confianza (IC) y la desviación estándar (s) para cada localidad y se evaluó la homogeneidad de varianzas entre localidades a través de la prueba de Levene⁹⁸. Se construyeron las curvas de acumulación^{99, 100, 101} para cada una de las localidades y para la suma de todas; lo cual representó la riqueza para la zona de estudio. Para la extrapolación de la riqueza se aplicaron pruebas de ajuste para siete modelos (tabla 2) donde se calculó el criterio de información de Akaike corregido AICc¹⁰² y se determinó el de mejor ajuste a través del valor de Akaike

⁹³ WILKERSON, Op. Cit.

⁹⁴ COSCARÓN, & GONZÁLEZ, Op. Cit.

⁹⁵ COSCARÓN, & PAPAVERO, Op. Cit.

⁹⁶ PECHUMAN, L. L., & TESKEY, H. J. Tabanidae. En J. F. McAlpine, Manual of Nearctic Diptera Vol. 1 (págs. 463-478). Research Branch Agriculture Canada Monograph No. 27. 1981

⁹⁷ BURGER, J. F. Tabanidae (horse flies, deer flies, tabanos). In: Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA. (Eds) Manual of Central American Diptera, Vol. 1, NRC Research Press, Ottawa, 495-50. 2009

⁹⁸ LEVENE, H. Robust test for equality of variance. En In contributions to probability and statistics (I. Olkin, ed.), 278-292. Stanford University Press, Palo Alto CA. 1960

⁹⁹ FISHER, R. A., A. S. CORBET, & C. B. WILLIAMS. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. The Journal of Animal Ecology, 12:42-58. 1943

¹⁰⁰ EFRON, B., & THISTED, R. Estimation of the number of unseen species. Biometrika, 63: 435-447. 1976

¹⁰¹ SOBERÓN, J., & LLORENTE, J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation Biology, 7: 480-488. 1993

¹⁰² ANDERSON, D. R., BURNHAM, K. P. & THOMPSON, W. L. Null hypothesis testing: problems, prevalence, and an alternative. Journal of Wildlife Management, 64: 912-923. 2000

pesado (wt). Para eliminar el posible efecto del orden en el que se añaden las muestras a la curva, se realizó remuestreo aleatorio¹⁰³ y se expresó el esfuerzo como el número de trampas utilizadas en cada localidad.

Tabla 2. Modelos asintóticos de acumulación de especies evaluados. La variable independiente x corresponde al número de trampas, y la variable dependiente f(x) es el número de especies.

Nombre	Modelo	Parámetros (a, b, c)	Fuente
Lomolino	$a/(1 + b \log (c/x))$	3	Lomolino (2000)
Michaelis-Menten	$a*x / (b + x)$	2	Raaijmakers (1987)
Asintótico	$a - bc \exp (-x)$	3	Ratkowsky (1983)
Asintótico offset	$a(1-\exp(-\exp(b)*(x-c)))$	3	Pinheiro & Bates (2000)
Asintótico origen	$a(1-\exp(-\exp(b)*x))$	2	Pinheiro & Bates (2000)
Gompertz	$a \exp (-\exp (-bx + c))$	3	Ratkowsky (1990)
Logístico	$a / (1 + \exp (-bx + c))$	3	Ratkowsky (1990)

Se calcularon los siguientes estimadores de riqueza no paramétricos; Chao 2¹⁰⁴ y Jackknife de primer orden (Jack1) y Jackknife de segundo orden (Jack2) descritos por Burnham & Overton¹⁰⁵, los cuales no asumen ningún modelo de abundancia de especies¹⁰⁶ y utilizan datos de presencia-ausencia^{107, 108, 109}.

¹⁰³ COLWELL, & CODDINGTON, Op. Cit.

¹⁰⁴ CHAO, A. Non Parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270. 1984

¹⁰⁵ BURNHAM, K. P., & OVERTON, W. S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, 60: 927-936. 1979

¹⁰⁶ MAGURRAN, A. E. *Measuring Biological Diversity*. Uk: Blackwell Publishing Company. 2004

¹⁰⁷ COLWELL, & CODDINGTON, Op. Cit.

¹⁰⁸ LEITNER, W., & TURNER, W. R. Measurement and analysis of biodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, 4: 123-144. 2001

¹⁰⁹ CHAO, A., CHAZDON, R. L., COLWELL, R. K., & SHEN, T. J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8: 148–159. 2005

Se representó gráficamente el valor de cada estimador a lo largo de esfuerzos de muestreo crecientes, inspeccionando su aproximación a la asíntota de la riqueza observada en cada sitio.¹¹⁰

2.5 SEMEJANZA EN LA COMPOSICIÓN ENTRE LOCALIDADES

Se construyeron dos matrices de datos: la primera de presencia-ausencia de especies por sitio de muestreo (localidad) y la segunda de distancias geográficas entre las localidades. Para la matriz de especies por localidades se determinó el índice de similitud de Jaccard¹¹¹ y la Distancia Euclidiana¹¹² entre cada par de localidades. Se realizó un test de Mantel¹¹³ con 1000 permutaciones para determinar la correlación entre las matrices. Para organizar y visualizar la semejanza en composición de las comunidades estudiadas se aplicó un análisis de agrupamiento jerárquico aglomerativo de las localidades utilizando el índice de similitud de Jaccard y el algoritmo de ligamiento promedio, el cual presentó un Coeficiente de correlación cofenético¹¹⁴ = 0.61. Se estimó el número óptimo de grupos para el set de datos con el estadístico de Gap¹¹⁵.

¹¹⁰ CHAZDON, COLWELL, DENSLOW, & GUARIGUATA, Op. Cit.

¹¹¹ JACCARD, Op. Cit.

¹¹² SOKAL, 1961. Op. Cit.

¹¹³ MANTEL, Op. Cit.

¹¹⁴ SNEATH, & SOKAL, Op. Cit.

¹¹⁵ TIBSHIRANI, R., WALTHER, G. & HASTIE, T. Estimating the number of data clusters via the Gap statistic. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 63: 411–423. 2001

2.6 SEMEJANZA EN LA COMPOSICIÓN ENTRE LAS TRAMPAS

Se construyó la matriz de presencia-ausencia de especies por trampas, se le aplicó el índice de similitud de Jaccard¹¹⁶ y se determinó la Distancia Euclidiana¹¹⁷ entre cada par de trampas.

Se aplicó un análisis de agrupamiento jerárquico aglomerativo de las 204 trampas para clasificarlas y visualizar las relaciones de semejanza en composición entre ellas; utilizando el algoritmo ligamiento promedio y la Distancia euclidiana (Coeficiente de correlación cofenético = 0.52). Se estimó el número óptimo de grupos para el set de datos con el estadístico de Gap¹¹⁸ y se evaluó la clasificación de las trampas a través del índice de siluetas¹¹⁹.

También se realizó un análisis de ordenación no paramétrico NMDS¹²⁰; con el objetivo de representar en el plano bidimensional la similitud en la composición entre las 204 trampas, utilizando diferentes puntos de partida hasta hacer el estrés lo más cercano posible a 0.

¹¹⁶ JACCARD, Op. Cit.

¹¹⁷ SOKAL, 1961 Op. Cit.

¹¹⁸ TIBSHIRANI, WALTHER, & HASTIE, Op. Cit.

¹¹⁹ ROUSSEEUW, P.J. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20: 53-65. 1987

¹²⁰ KRUSKAL, Op. Cit.

Para los análisis estadísticos descritos se utilizaron los paquetes Vegan versión 2.0-8¹²¹, MASS¹²² y BiodiversityR versión 2.5-4¹²³ y Cluster versión 2.0.5¹²⁴. Los paquetes Colorspace versión 1.2-7¹²⁵ y ggplot2¹²⁶ fueron usados para las gráficas. Todos los paquetes están implementados en la plataforma R versión 3.3.0¹²⁷.

¹²¹ OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P. R., O'HARA, R., & WAGNER, H. Package 'vegan'. R Packag ver, 254: 20-8. 2013

¹²² VENABLES, W. N., & RIPLEY, B. D. Modern applied statistics with S Springer Verlag. New York. 2002

¹²³ KINDT, R. BiodiversityR: Package for Community Ecology and Suitability Analysis. Version 2.5-4. 2016. Disponible en: <http://cran.r-project.org/web/packages/BiodiversityR/>

¹²⁴ MAECHLER, M., ROUSSEUW, P., STRUYF, A., HUBERT, M., HORNIK, K. Cluster: Cluster: Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.5. 2016

¹²⁵ IHAKA, R., MURRELL, P., HORNIK, K., FISHER, J. C. & ZEILEIS, A. Colorspace: Color Space Manipulation. R package version 1.2-7. 2016

¹²⁶ WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, New York. 2009

¹²⁷ R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Obtenido de versión 3.3.0. 2016. Disponible en: <https://www.R-project.org/>

3. RESULTADOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE TABANIDAE

Se registró un total de 98 morfoespecies; de las cuales 48 fueron calificadas como sp., (identificación específica no ha sido posible) y 50 determinadas hasta nivel de especie. Se determinaron 22 géneros, cinco tribus (Pangoniini, Scioniini, Chrysopsini, Tabanini y Diachlorini) y tres subfamilias (Chrysopsinae, Pangoniinae y Tabaniinae). El 38.8% de las especies de Tabanidae recolectadas pertenecen al género *Tabanus*, único representante de la tribu Tabanini; seguido por el género *Chrysops* (8 especies), con el 8.2% que constituye lo observado para la tribu Chrysopsini. Los géneros *Catachlorops*, *Diachlorus*, *Dichelacera* y *Phaeotabanus* presentaron 5 especies cada uno (5.1%), *Stenotabanus* con 4 (4.1%), *Dicladocera*, *Stypommisa* y *Leucotabanus* con 3 especies cada uno (3.1%) y *Bolbodymia* con 2 (2%); suman el 81% de las especies registradas para la tribu Diachlorini. Los géneros *Esenbeckia* con 4 especies (4.1%), *Fidena* 2 especies (2%), *Dasybasis* y *Pytiocera* con una especie cada uno (1%); son los representantes de la tribu Pangoniini y finalmente el género *Scione* con una única especie que pertenece a la tribu Scioniini (anexo A).

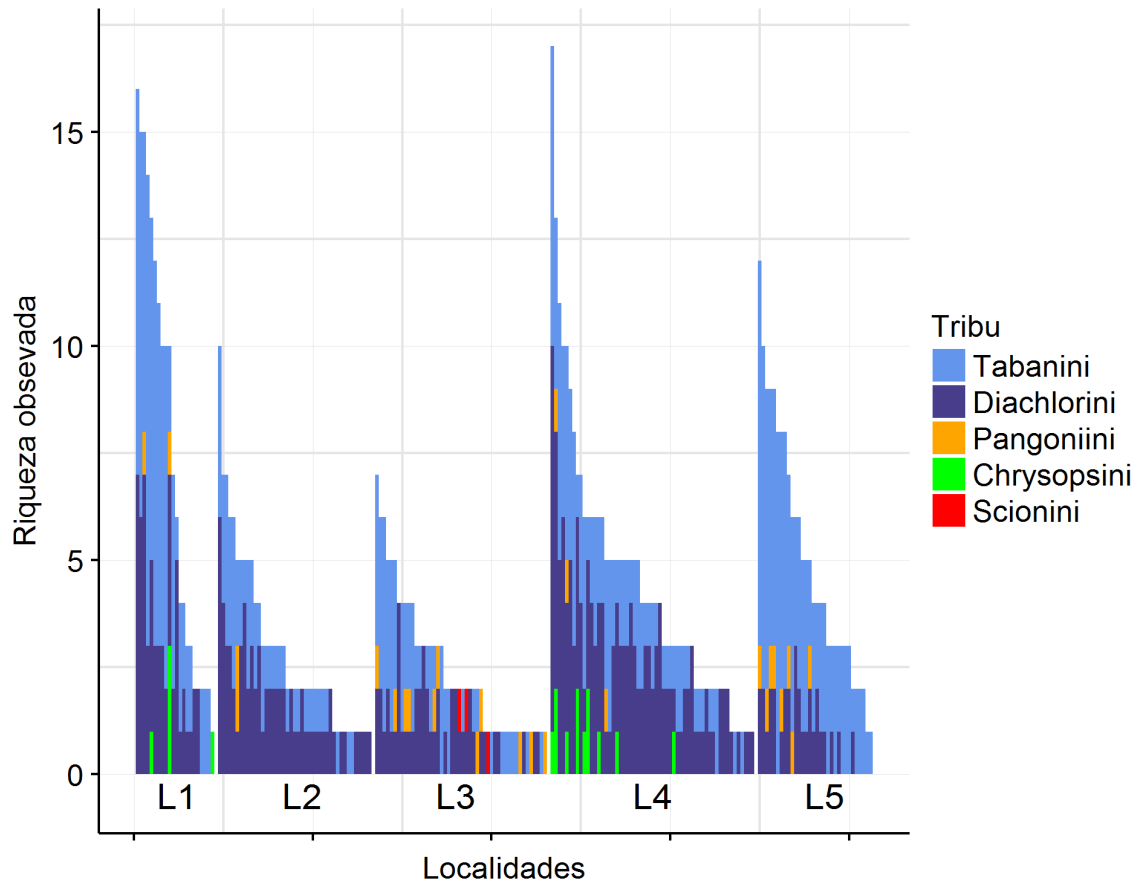
La Subfamilia con mayor riqueza fue Tabaninae, con el 83% de las especies de tábanos, distribuidas en las tribus Diachlorini (44%) y Tabanini (39%), seguida por la subfamilia Pangoninae con el 9.1%, distribuidas en las tribus Pangoniini (8.1%) y Scioniini (1%). Por último la subfamilia Chrysopsinae con el 8.2% de las especies registradas. Las especies de mayor incidencia fueron *Tabanus occidentalis* var. *dorsovittatus* Macquart observada en el 40.7 % de las trampas, *Diachlorus curvipes* Fabricius en el 27.9%, *Dichelacera fasciata* Walker en el 22.5 %, *Diachlorus jobbinsi* Fairchild en el 19.6% y *Tabanus occ.* var. *modestus* Burger

en el 16.6%. También se registraron 41 especies raras de las cuales 26 se observaron en una sola trampa (únicas) y 15 especies con presencia en dos trampas (duplicadas).

3.2 DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES

Se registró un promedio de 4.1 especies/trampa con desviación estándar de 3.28 (IC = 3.59-4.49), donde las variables horas muestreadas/trampa y riqueza/trampa no están correlacionadas entre sí (Coeficiente de correlación de Spearman $r_s = -0.17$, Coeficiente de determinación $R^2 = 0.03$). En la distribución de la riqueza por localidades de muestreo (Figura 1) se observan cinco conjuntos de trampas con diferencias significativas en la varianza del número de especies (Test de Levene; $F=14.415$, $p=2.36e-10$); como por ejemplo L1 con mayor riqueza que la media y otros por debajo de la riqueza promedio como L3.

Figura 1. Riqueza y composición de tribus de la familia Tabanidae para los cinco conjuntos de trampas asociadas de acuerdo a las localidades de Colombia muestreadas. L1, PNN Utria; L2, PNN Farallones de Cali; L3, PNN Tayrona; L4, PNN La Paya; L5, PNN El Tuparro.



La primera localidad (L1) está constituida por 23 trampas, que corresponden a todas las ubicadas dentro del PNN Ensenada de Utria, y presenta una riqueza de 38 especies, una relación únicas/duplicadas de 2.3 especies, riqueza promedio de 7.13 especies/trampa ($s = 5.32$, $IC=4.83-9.43$) y presencia de las tribus Tabanini (18 especies; 47.3% de la riqueza para este conjunto de trampas), Diachlorini (15 especies; 39.5%), Chrysopsini (4 especies; 10.5%) y Pangonini con una especie (2.6%).

El segundo conjunto corresponde a las 43 trampas que se localizaron en el PNN Farallones de Cali (localidad L2); el cual presenta una riqueza acumulada de 23 especies, de las cuales 13 se registraron en una única trampa (Duplicadas = 0). Presenta una riqueza promedio de 2.95 ($s = 2.06$, $IC=2.32-3.58$) y en su composición se registraron las tribus Diachlorini (13 especies; 56.5%), Tabanini (8 especies; 34.8%) y Pangonini (2 especies; 8.7%).

En el conjunto de trampas número tres se agrupan las 48 trampas totales del PNN Tayrona (localidad L3), en el cual se registraron 27 especies, con una relación únicas/duplicadas igual a 2. El 87.5 % (42 trampas) presentan valores de riqueza <4.1, y la riqueza promedio fue de 2.46 especies ($s = 1.6$, $IC=1.99-2.92$). En este sitio se identificaron 12 especies de la tribu Tabanini (44.4%), 11 especies de Diachlorini (40.7%), 3 especies de Pangonini (11.1%) y el único registro en la zona de estudio para la especie *Scione albifasciata* Macquart de la tribu Scioniini.

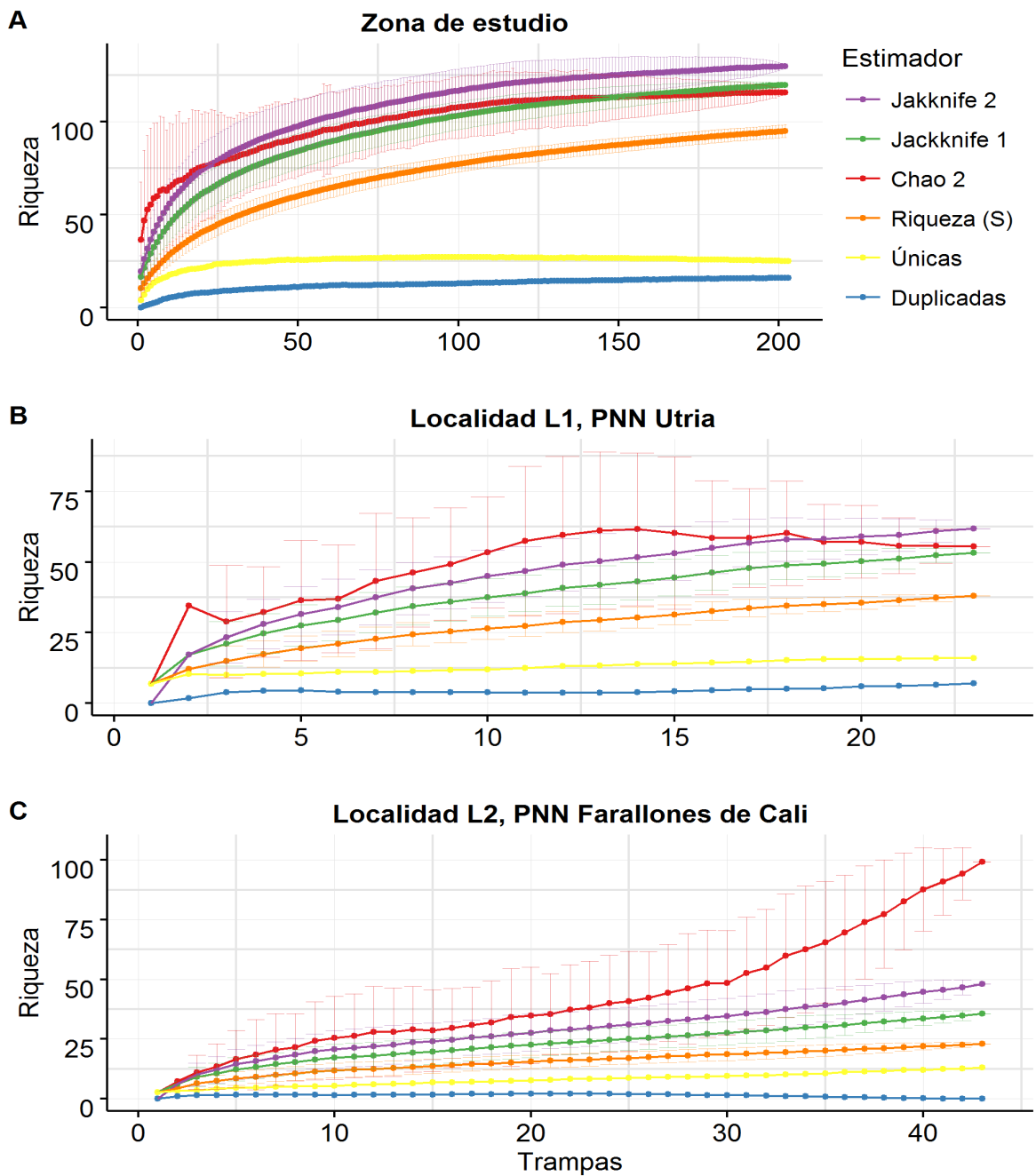
El cuarto conjunto, constituido por todas las 57 trampas del PNN La Paya (localidad L4) presenta la mayor riqueza para una trampa (17 especies) y una relación únicas/duplicadas de 4.3. La riqueza promedio fue 4.49 especies ($s = 3.17$, $IC=3.65-5.33$) y la acumulada de 37 especies, donde la tribu Diachlorini presentó el mayor número de ellas (18 especies; 48.6%), seguida por Tabanini (13 especies; 35.1%), Chrysopsini (4 especies; 10.8%) y Pangoniini (2 especies; 5.4%). Las especies *Chrysops varians* var. *tardus* Wiederman y *Chrysops variegatus* De Geer sólo se observaron en este grupo.

Finalmente se observa el conjunto de todas las trampas del PNN El Tuparro (localidad L5 = 33 trampas), una riqueza promedio de 4.85 especies ($s = 2.96$, $IC=3.8-5.89$) y una relación únicas/duplicadas de 1.3. La riqueza total acumulada fue de 20 especies donde 11 de ellas (55%) pertenecen a la tribu Tabanini, 7 especies (35%) a Diachlorini y 2 especies (10%) a Pangonini.

3.3 ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA DE TABANIDAE

Las curvas de acumulación con estimadores no paramétricos indican que para la zona de estudio así como para las cinco localidades no se alcanza la asíntota (Figura 2). Para las 204 trampas se registró una relación de especies únicas/duplicadas igual a 1.73 y la riqueza estimada fue de 116 sp. con el estimador Chao2, 130 sp. con Jack1 y 120 sp. con Jack2. Por consiguiente, el porcentaje de la riqueza estimada que fue observada en la zona de estudio osciló entre el 67% y el 84%. La localidad L5 fue el muestreo más eficiente (únicas/duplicadas = 1.3) donde se observaron el 85 - 97% de las especies esperadas, seguido por el realizado para la localidad L3 con el 70 - 75% (Tabla 3). Las localidades L1 y L4 son conjuntos de trampas con mayor valor para la relación únicas/duplicadas donde se observaron el 40 - 71% y 48- 70% de las estimadas respectivamente. En la localidad L2 donde solo se registraron especies únicas, los estimadores difieren considerablemente (22 - 79%), con una diferencia entre observadas y Chao2 de 77 especies.

Figura 2. Curvas de acumulación de especies de la riqueza observada y riqueza estimada para la familia Tabanidae colectada en la zona de estudio (A) y en cada una de las cinco localidades (B, C, D, E, F). Estimadores no paramétricos: Chao 2 (rojo); Jack 1 (verde); Jack 2 (purpura). Riqueza observada (naranja), únicas (amarillo) y duplicadas (azul).



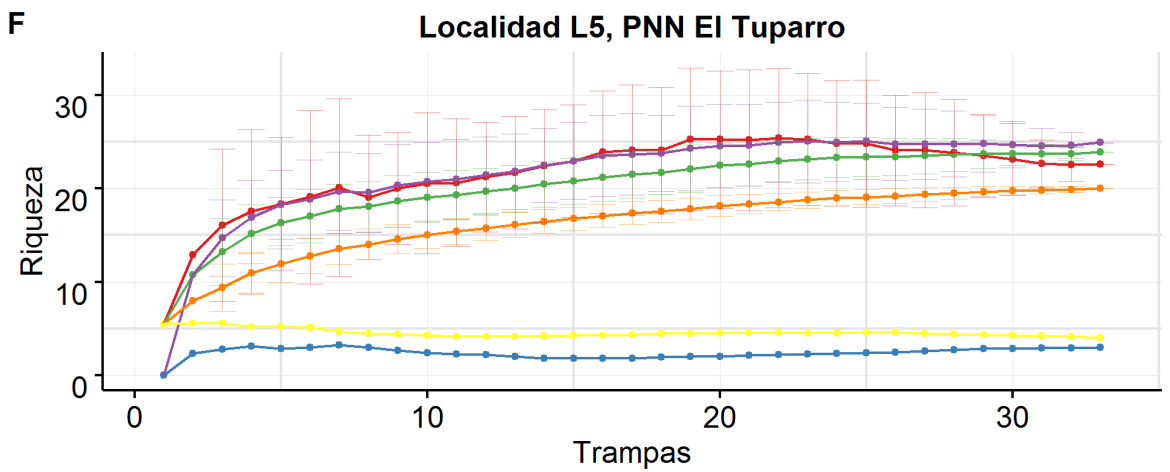
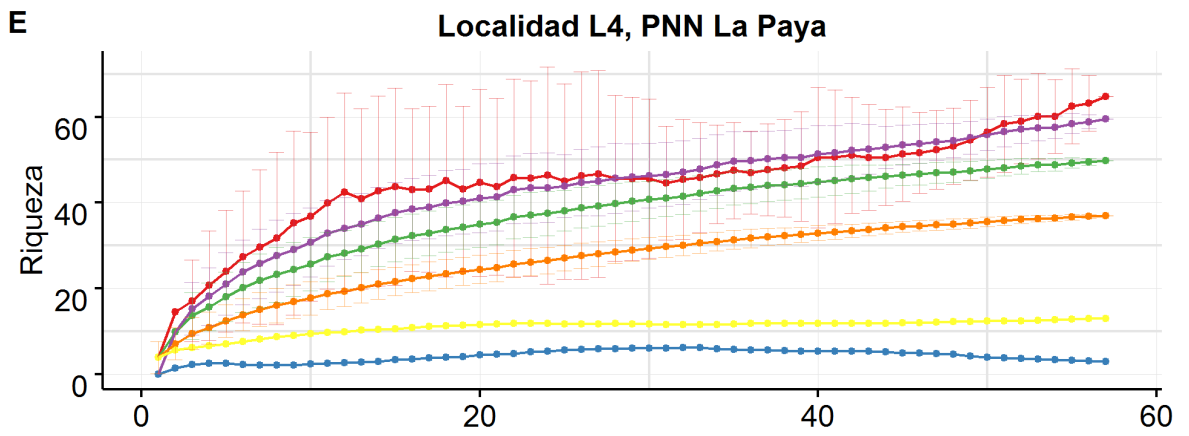
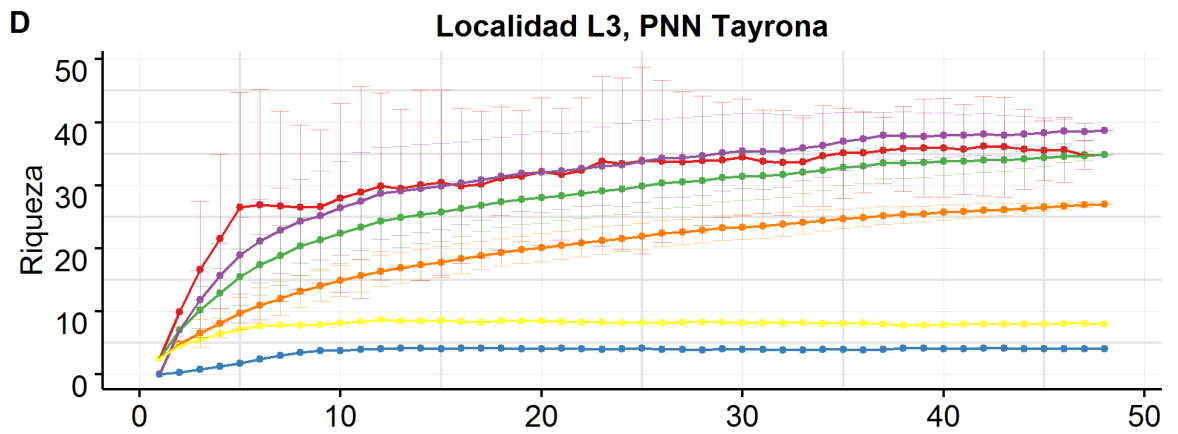


Tabla 3. Representatividad del muestreo en las cinco localidades con base en los estimadores no paramétricos y la extrapolación de la riqueza.

Localidad		L1	L2	L3	L4	L5
Riqueza observada	S	37	22	26	35	22
Riqueza estimada	<i>chao2</i>	54	99	35	65	23
	<i>jack1</i>	52	36	35	50	24
	<i>jack2</i>	61	48	39	59	25
	Extrapolación	92	28	37	73	26
Representatividad	%	40 – 71	22 - 79	70 -75	48 - 70	85 - 97

El modelo que mejor se ajustó a los datos de la zona de estudio fue la función de Lomolino¹²⁸; con una asíntota de 145 especies. En las localidades L1, L3, L4 y L5 el valor de Akaike pesado (Wt) para Lomolino fue de 1; y en la localidad L2 en los modelos Asintótico y Asintótico-offset fue de 0.5. La riqueza extrapolada para cada localidad fue: L1, 92 especies; L3, 37 especies; L4, 73 especies y L5, 26 especies. Los dos modelos mejor soportados por los datos en la localidad L2 determinaron la misma asíntota de 28 especies. Para los cinco conjuntos de trampas en los modelos Michaelis - Menten, Gompertz, Logístico y Asintótico - origen; el delta AICc fue mayor a 10 (anexo C).

3.4 SIMILARIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LAS LOCALIDADES

La comparación de los conjuntos de trampas definidos previamente como localidades, indica que ningún par comparte el 50% de las especies; 75 fueron registradas en una única localidad y de las 23 compartidas, 11 son comunes a dos localidades, 6 a tres de ellas, 5 a cuatro y *Tabanus occidentalis* var. *stenocephalus*

¹²⁸ LOMOLINO, M. V. Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. *Journal of Biogeography* 27, 17–26. 2000

Hine fue la única especie que se registró en todas. El índice de Jaccard para todas las comparaciones pareadas osciló entre 0.04 y 0.26 (Tabla 4), similitudes obtenidas entre las localidades L3 - L5 y L2 - L1 respectivamente. La mayor diferencia en composición observada fue entre las localidades L1 y L4 con una Distancia Euclidiana de 7.48; la menor fue de 5.74 disimilitud observada entre las localidades L2 y L5, seguida por las localidades L1 y L2 con una distancia de 5.83. El resto de comparaciones se ubican en el intervalo 6.32 - 6.92.

Tabla 4. Índice de similitud de Jaccard y distancia Euclidiana para las comparaciones pareadas entre las cinco localidades evaluadas.

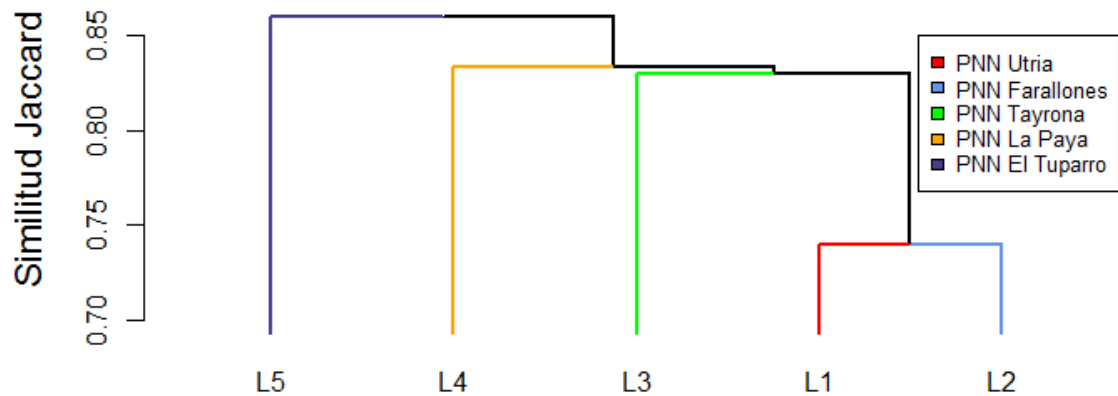
Localidades	Jaccard				
	L1	L2	L3	L4	L5
L1		0.26	0.17	0.13	0.11
L2	5.83		0.15	0.17	0.13
L3	6.63	5.83		0.11	0.04
L4	7.48	6.32	6.93		0.14
L5	6.86	5.74	6.56	6.56	
Distancia Euclidiana					

Las diferencias en composición observadas entre localidades no están correlacionadas con las distancias geográficas entre ellas; la prueba de Mantel mostró valores no significativos entre las distancias geográficas y la similitud con Jaccard ($r = -0.74$; $p = 0.97$) y de igual manera con las Distancias Euclidianas ($r = 0.26$ y $p = 0.3$).

El estadístico de Gap indica que la composición de las localidades permite asociarlas en un único grupo y el agrupamiento construido con similitud (Jaccard) y el algoritmo ligamiento promedio (figura 3), muestra las relaciones de similitud al interior de este; donde las localidades L1(PNN Utria) y L2 (PNN Farallones de

Cali) son similares entre sí y forman un conglomerado con la localidad L3 (PNN Tayrona), el cual está más asociado a la localidad L4 (PNN La Paya) que a la localidad L5 (PNN El Tuparro).

Figura 3. Dendrograma del agrupamiento jerárquico aglomerativo de las cinco localidades a partir de su similitud (Jaccard) y utilizando el algoritmo de ligamiento promedio (Coeficiente de correlación cofenético = 0.61). Localidades coloreadas así: L1 (rojo); L2 (celeste); L3 (verde); L4 (naranja) y L5 (azul).



3.5 SIMILARIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LAS TRAMPAS

Los conjuntos propuestos no se reconocen como conglomerados en el agrupamiento jerárquico aglomerativo (figura 4), ni tampoco se distinguen claramente en el Escalamiento multidimensional no métrico (figura 5). El número óptimo de grupos basado en el estadístico de Gap fue de cuatro, y el dendrograma presenta un valor promedio para el índice de siluetas (s_i) de 0.17 (Anexo D).

Figura 4. Dendrograma de 204 trampas Malaise de cinco localidades de Colombia, con agrupamiento jerárquico aglomerativo UPGMA y distancias Euclidianas (Correlación confenética = 0.52). Colores indican conjuntos de trampas de la misma localidad: PNN Utria (rojo); PNN Farallones de Cali (celeste); PNN Tayrona (verde); PNN La Paya (naranja); PNN El Tuparro (azul).

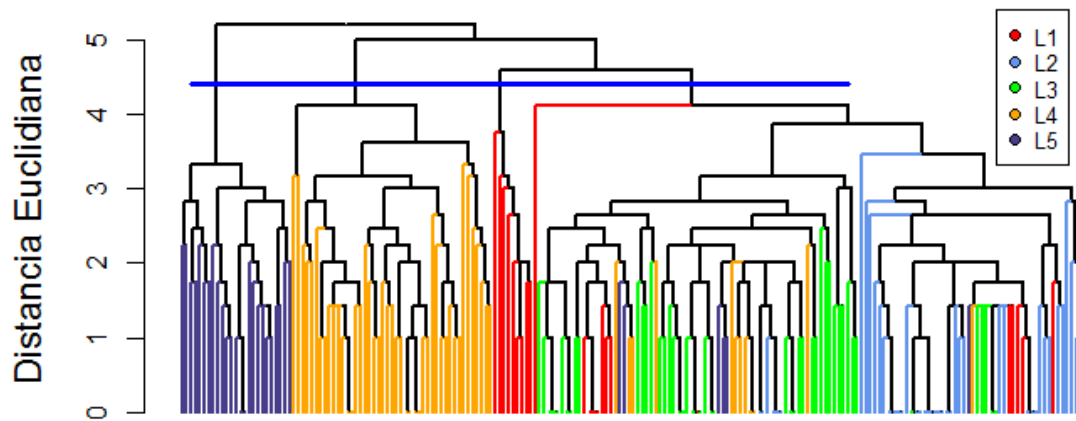
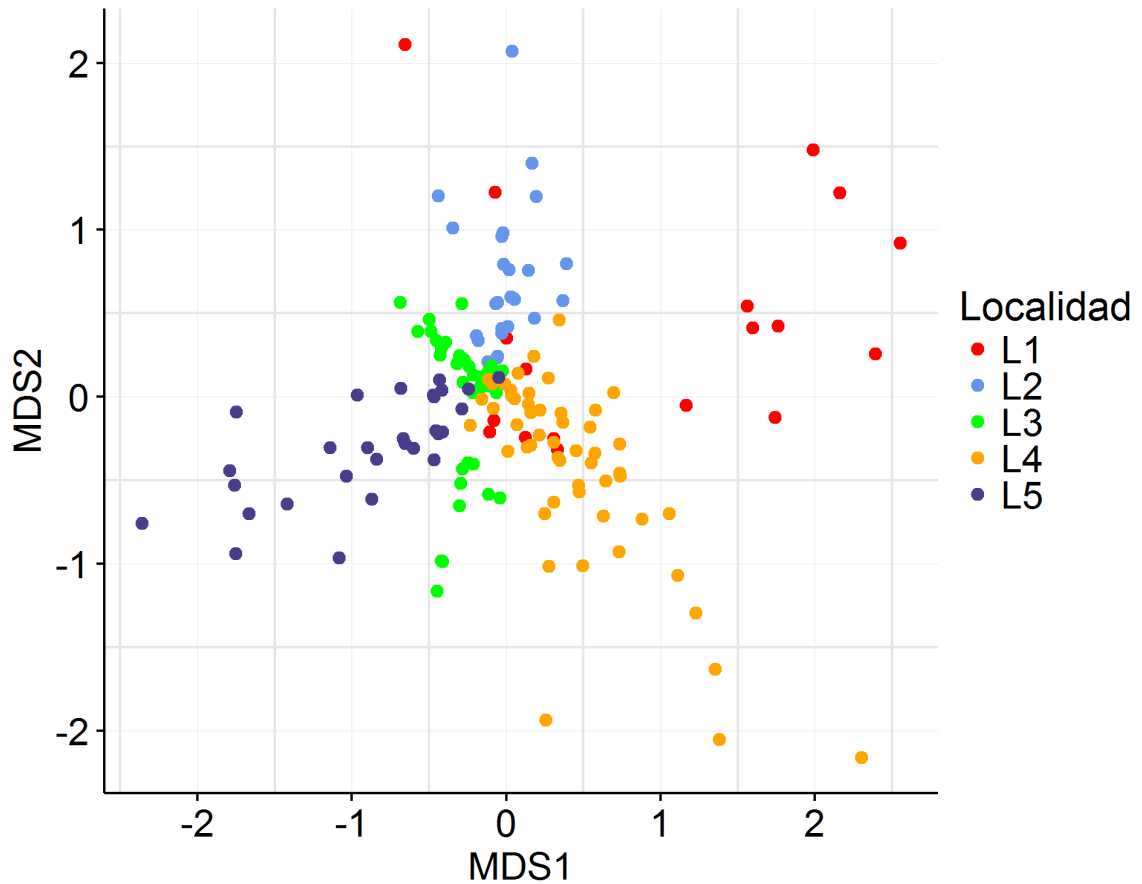


Figura 5. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para las 204 trampas examinadas. Conjuntos de trampas de una misma localidad se relacionan por colores así: localidad L1, PNN Utria (rojo); localidad L2, PNN Farallones de Cali (celeste); localidad L3, PNN Tayrona (verde); localidad L4, PNN La Paya (naranja) y localidad L5, PNN El Tuparro (azul).



El primer conglomerado está constituido por 123 trampas principalmente de las localidades L2 (PNN Farallones de Cali) y L3 (PNN Tayrona), las cuales se asocian con algunas trampas de las restantes localidades con un s_i promedio de 0.2. El siguiente conglomerado está constituido por 9 trampas de la localidad L1 (PNN Utria), que corresponden al 39% de las trampas para esta localidad y

presentan un s_i promedio de 0.27. Para el tercer y cuarto conglomerados con sólo trampas de las localidades L4 y L5 respectivamente, los valores s_i disminuyeron hasta 0.09 y 0.14. El tercer conglomerado agrupó 45 trampas del PNN La Paya equivalentes al 79% del total para el sitio, y el cuarto reunió 25 trampas del PNN El Tuparro que corresponden al 85%. El número de trampas las cuales no pertenecen al grupo al cual fueron asignadas según el índice de siluetas (valores s_i negativos) fue: para el conglomerado 3; 8 trampas, para el conglomerado 1, 5 trampas y el conglomerado 4, con 5 trampas.

La mejor solución del Escalamiento Multidimensional No-Métrico en dos dimensiones presentó un estrés de 0.13, y solo diferencia un conjunto de 9 trampas de la localidad L1 (PNN Utria), que se comportan como una unidad. Para este análisis las trampas como grupos formados de acuerdo a la localidad (colores), no muestran un patrón claro de similitud en el plano, sin embargo se observa que aquellas de las localidades L4 y L5 muestran mayor dispersión que las demás (figura 5).

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Nuestros resultados indican que de las siete tribus de Tabanidae reportadas para el Neotrópico por Fairchild^{129, 130}, cinco de ellas fueron observadas en el presente estudio y corresponden a las esperadas para la zona¹³¹. A nivel de géneros, el muestreo no registró la totalidad de la riqueza reportada para el área, y considerando que Wilkerson¹³² estudio la Tabanofauna del occidente de Colombia, sólo el 76% de los géneros reportados por este autor fueron observados en el presente estudio; sin especímenes colectados para *Hemichrysops*, *Selasoma*, *Spilotabanus*, *Acanthocera*, *Dasychela*, *Pseudocanthocera* y *Lepiselaga*; tampoco para *Betrequia* (Rhinomyzini) agregado para Colombia por Gorayeb & Rafael¹³³. Algunos de estos géneros tienen áreas de distribución por fuera de la zona del presente estudio, pero otros como *Lepiselaga* ampliamente distribuido en el país¹³⁴ sugieren que el muestreo fue bajo en la cobertura del área.

Las 98 especies registradas corresponden al 43% de las especies reportadas por Wilkerson¹³⁵ y es menor a lo registrado por Pino¹³⁶ para Venezuela (133 especies); Wilkerson y Fairchild¹³⁷ para Perú (228 especies) y Cárdenas¹³⁸ *et al.* para Ecuador con 198 especies; países que comparten su Tabanofauna con

¹²⁹ FAIRCHILD, G. B. Climate and the phylogeny and distribution of Tabanidae. Bulletin of the Entomological Society of America, 15: 7-11. 1969a

¹³⁰ FAIRCHILD, G. B. Family Tabanidae. Fascículo 28, pp. 1-163. In N. Papavero (Ed.). A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museo de Zoologia, Sao Paulo. 1971

¹³¹ COSCARÓN, & PAPAVERO, 2009^a. Op. Cit.

¹³² WILKERSON, 1979 Op. Cit.

¹³³ GORAYEB, & RAFAEL, Op. Cit.

¹³⁴ WILKERSON, 1979. Op. Cit.

¹³⁵ Ibid

¹³⁶ PINO-D., G. Estudios sobre tabanos de Venezuela (Diptera: Tabanidae). 2, Elenco sistemático preliminar. Memória Sociedad de Ciencias naturales La Salle, Caracas, 114(40): 79-127. 1980

¹³⁷ WILKERSON, R. C., & FAIRCHILD, G. B. A Checklist and Generic Key to the Tabanidae (Diptera) of Perú with Special Reference to the Tambopata Reserved Zone, Madre de Dios. Revista Peruana de Entomología, 27: 37-53. 1985

¹³⁸ CÁRDENAS, BUESTÁN, & DANGLES, Op. Cit.

Colombia¹³⁹; siendo para este último del 62.6% de especies compartidas¹⁴⁰. Sin embargo, la riqueza de las localidades L1 y L2 corresponde con lo esperado para el occidente de los Andes Colombianos; dado que las curvas de acumulación de los estimadores muestran una alta proporción de especies no vistas. Lo anterior junto con la extrapolación, sugieren un número de especies similar a nivel de localidades con el muestreo en el Río Raposo realizado por Lee *et al.*¹⁴¹ donde se registraron 44 especies, y a nivel de la región occidental de los Andes, la riqueza estimada se aproxima a la reportada por Wilkerson¹⁴² con 226 especies. En estos dos trabajos las tribus con mayor número de especies también fueron Diachlorini seguida de Tabanini; aspecto que fue reportado para el Neotrópico por Fairchild^{143, 144} y Coscarrón & Papavero¹⁴⁵.

La localidad L3 (PNN Tayrona), para la cual las estimaciones de la riqueza fueron las de menor variación entre sí (70%-75% de especies observadas); presenta la menor riqueza promedio (2.46 especies/trampa), el cual puede estar relacionado con la presencia de Bosques secos y matorrales secundarios xerofíticos con baja precipitación¹⁴⁶, los cuales ofrecen menor disposición de escenarios para ovoposición y desarrollo larval, que limita la capacidad reproductiva de la entomofauna¹⁴⁷. Respecto a la presencia de *Scione albifasciata* Macquart; considerando la proximidad de esta localidad con la Sierra Nevada de Santa Marta, se confirma lo reportado por Bequaert & Renjifo¹⁴⁸, quienes incluyen esta última dentro del área de distribución para esta especie.

¹³⁹ BEQUAERT, & RENGIFO, 1974. Op. Cit.

¹⁴⁰ CÁRDENAS, BUESTÁN, & DANGLES, Op. Cit.

¹⁴¹ LEE, FAIRCHILD, & BARRETTO, Op. Cit.

¹⁴² WILKERSON, 1979. Op. Cit.

¹⁴³ FAIRCHILD, 1969a. Op. Cit.

¹⁴⁴ FAIRCHILD, 1971. Op. Cit.

¹⁴⁵ COSCARÓN, & PAPAVERO, 2009^a. Op. Cit.

¹⁴⁶ VÁSQUEZ, & SERRANO, Op. Cit.

¹⁴⁷ BARLETT, STEVEN, & GINSBERG, Op. Cit.

¹⁴⁸ BEQUAERT, & RENGIFO, Op. Cit.

La localidad L4 (PNN La Paya) con la mayor riqueza entre las localidades estudiadas, y principalmente de la Tribu Diachlorini, contrasta con los registros más cercanos reportados por Pisciotti¹⁴⁹ para el PNN Chiribiquete, quien analizando el material de 26 trampas de 5 localidades determinó 14 géneros y 64 especies, la mayoría de la tribu Tabanini (29%). Estas diferencias en alguna medida se explican como resultado de la alta singularidad de la zona andina, con presencia de especies relativamente especializadas de *Diachlorus* y *Leucotabanus*¹⁵⁰; taxa que en nuestros datos registraron especies únicamente con presencia en la localidad L4. Considerando que estos dos parques fueron muestreados en un intervalo de alturas similar (50m de diferencia) y que esta es la variable que mejor discrimina en la distribución de las especies de tábanos en Ecuador¹⁵¹, no descartamos su efecto sobre la variación observada; sin embargo el aporte de las características ecológicas de las localidades a la variación de la composición posiblemente es mayor. Sobre el registro de *Chrysops varians* var. *tardus* Wiederman en la localidad L4 (PNN La Paya) y teniendo en cuenta que su potencial área de distribución son las laderas orientales del centro y sur de los Andes hasta los bosques premontanos de la Amazonía¹⁵²; confirmamos su presencia en el punto muestreado con las trampas de esta localidad.

En la localidad L5 (PNN El Tuparro) se presenta la mayor riqueza de Tabanini en la zona de estudio, similar a lo registrado por Barros¹⁵³ para la localidad de Nhecolandia, estado de Mato Grosso, Brasil; donde se reportaron 25 especies y 13 géneros, de los cuales *Tabanus* fue el más representativo, y con lo reportado por Gómez *et al.*¹⁵⁴, quien utilizando trampas Malaise y captura manual registró 11 especies de *Tabanus* de un total de 20 para la Localidad de las Lajas, estado

¹⁴⁹ PISCIOTTI, Op. Cit.

¹⁵⁰ FAIRCHILD, 1969b., Op. Cit.

¹⁵¹ CÁRDENAS, BUESTÁN, & DANGLES, Op. Cit.

¹⁵² Ibid

¹⁵³ BARROS, Op. Cit.

¹⁵⁴ TIAPE GÓMEZ, Z., VELÁSQUEZ, M. & GORAYEB, I. Lista preliminar de tabánidos (Diptera: Tabanidae) del noroccidente de Guárico y sur de Aragua, Venezuela. Entomotropica, Caracas 19 (1): 59-63. 2004

Guárico, Venezuela. Esta semejanza en riqueza y composición es esperada considerando que Fairchild¹⁵⁵ dividió la región neotropical en tres áreas con características de vegetación y clima diferentes, denominando la región Noroccidente de Suramérica (Brasil, Venezuela y occidente de Colombia) como la zona tropical con una considerable riqueza de Tabanini, para la cual se ha resaltado la estacionalidad de algunas especies de *Tabanus*^{156, 157, 158}. No obstante, nuestra determinación de las especies de *Tabanus* para la zona de estudio fue deficiente, con sólo el 24% (9) de las 38 morfoespecies identificadas; de las cuales 8 especies hacen parte de las reportadas por Gualdrón¹⁵⁹ en su estudio morfológico de 22 especies de este género, utilizando especímenes de diferentes áreas naturales protegidas del país, y la otra especie; *Tabanus piceiventris* Rondani fue reportada por Cárdenas *et al.*¹⁶⁰ para el Ecuador. En este sentido, para hacer comparaciones más claras y profundizar en la variación de estas zonas; es necesario completar la determinación taxonómica y ampliarla con muestreos que consideren la estacionalidad del grupo¹⁶¹.

Con relación al bajo porcentaje de especies compartidas entre los muestreos (<50%), y sin descartar el efecto de factores como el sitio de la trampa y el tiempo de captura/trampa, parte de la variación observada puede asociarse a la existencia de condiciones ecológicas y climáticas diferentes entre las cinco localidades. Dada su ubicación geográfica, estas hacen parte de cuatro de las

¹⁵⁵ FAIRCHILD, 1969a. Op. Cit.

¹⁵⁶ HENRIQUES, A. L. & RAFAEL, J. A. Tabanidae (Diptera) from Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brazil, with description of two new species of *Diachlorus* Osten Sacken, p. 195-222. In Burger J F (ed) A collection of Diptera commemorating the life and work of Graham B. Fairchild. Contributions to the knowledge of Diptera. Memoirs on Entomology, International, v 14. Associated Publishers, Florida, 646p. 1999

¹⁵⁷ BARROS, Op. Cit.

¹⁵⁸ FERREIRA-KEPPLER, R.L., RAFAEL, J.A. & GUERRERO, J.C.H. Sazonalidade e uso de ambientes por especies de Tabanidae (Diptera) na Amazonia Central, Basil. Neotropical Entomology, 39: 645-654. 2010

¹⁵⁹ GUALDRON DIAZ, Op. Cit.

¹⁶⁰ CÁRDENAS, BUESTÁN, & DANGLES, Op. Cit.

¹⁶¹ BARROS, A.T.M., FOIL, L.D. & VASQUEZ, S.A.S. Mutucas (Diptera: Tabanidae) do Pantanal: abundância relativa e sazonalidade na Sub-região da Nhecolândia. Embrapa Pantanal, Corumbá, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 48. 2003

provincias biogeográficas descritas por Morrone¹⁶² para Latinoamérica y el Caribe, las cuales según este autor, delimitan los componentes de la entomofauna del Neotrópico. Estas provincias se corresponden con las localidades así: Chocó (24), localidades L1 y L2; Maracaibo (25), localidad L3; Napo (35), localidad L4 y Venezuela-Llanos (29), localidad L5, y hacen parte del dominio Noroeste-Suramérica, para el cuál la alta similaridad entre las localidades L1 y L2 observada, refuerza la hipótesis del Chocó biogeográfico, como una provincia rica en especies de tábanos, favorecida por la alta precipitación y asociada a áreas adyacentes como Panamá y Ecuador, con las cuales se espera también comparta la elevada densidad de especies (especies/Km²) registrada por Cárdenas *et al.*¹⁶³ para estas.

Otra característica para la zona de estudio, es que la proximidad geográfica no necesariamente representa similitud en la Tabanofauna, de tal manera que en los resultados de clasificación y ordenamiento tanto de localidades como de trampas, se agrupan los muestreos del occidente de los Andes (localidades L1 y L2), con los de la región norte del país (localidad L3) y no con la localidad L4, la cual está más cerca. Esto contrasta con la comparación de inventarios entomológicos realizada por Molina *et al.*¹⁶⁴; donde determinan la semejanza en composición de insectos hematófagos del PNN Chiribiquete (Caquetá) con muestreos realizados en el Valle del Cauca, Arauca, Meta, Casanare y la Guajira; siendo este último más similar a los inventarios de los llanos orientales. Por consiguiente consideramos dejar abierta la discusión sobre las relaciones de similitud en composición de Tabanidae para estas tres áreas (norte, occidente y oriente de Colombia) con entomofaunas asociadas¹⁶⁵, a la luz de nuevos resultados a partir de muestreos más incluyentes.

¹⁶² MORRONE, J.J. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782: 1-110. 2014

¹⁶³ CÁRDENAS, BUESTÁN, & DANGLES, Op. Cit.

¹⁶⁴ MOLINA, HILDEBRAND, OLANO, MUÑOS DE HOYOS, & BARRETO, Op. Cit.

¹⁶⁵ MORRONE, Op. Cit.

Otro de los resultados de Molina *et al.*¹⁶⁶ fue la aparente diferenciación del Valle del Cauca como el muestreo que menos comparte entomofauna (12% de las especies) con el resto de los inventarios del país comparados. Este aspecto, aunque contrasta con la propuesta en este estudio del oriente (Localidad L5) como el más diferente; puede relacionarse con la alta riqueza estimada para esta zona y la considerable variación intraespecífica vista en especies de *Diachlorus* de zonas vecinas como el Chocó¹⁶⁷, que sumada al efecto de eventos de vicarianza como el levantamiento de los Andes¹⁶⁸; pueden explicar en alguna medida porque la entomofauna del Noroccidente de Suramérica se distingue de sus áreas vecinas.

Finalmente, aunque de manera consistente, la clasificación y ordenación de las trampas diferenciaron el subconjunto de 9 muestras de la localidad L1 (PNN Utria) similares en composición y todas con valores s_i positivos, las demás relaciones de similitud entre las trampas se caracterizan por pocos elementos en común (i.e. *Tabanus occidentalis* var. *Dorsovittatus* Macquart) y conjuntos con mayor variación en composición como lo observado en las localidades L4 y L5. Lo anterior concuerda con la gran riqueza de especies esperada para la zona¹⁶⁹, y se suma a toda la información de la biodiversidad de Colombia, que hacen de esta región un buen escenario para en futuros estudios explorar como los factores climáticos, biológicos, geográficos e históricos causan esta variación en la riqueza de especies a nivel local y regional¹⁷⁰.

¹⁶⁶ MOLINA, HILDEBRAND, OLANO, MUÑOS DE HOYOS, & BARRETO, Op. Cit.

¹⁶⁷ TORRES, & MIRANDA-ESQUIVEL, Op. Cit.

¹⁶⁸ GREGORY-WODZICKI, K. M. Uplift history of the central and Northern Andes: A review. Geological Society of America Bulletin, v. 112, p. 1091-1105. 2000

¹⁶⁹ ANDRADE-C, M. G., GÓMEZ, R., & RUIZ, J. P. Biodiversidad, Conservación y Uso de los Recursos Naturales. Bogotá: Serie Ecológica N° 3. 1992

¹⁷⁰ SANDERS, N. J., MOSS, J., & WAGNER, D. Patterns of Ant Species Richness along Elevational Gradients in an Arid Ecosystem. Global Ecology & Biogeography, 12: 93-102. 2003

5. CONCLUSIONES

La variación de la riqueza y composición de las tribus de Tabanidae de Colombia refleja cierto grado de asociación con las características bióticas y climáticas de las localidades muestreadas, no necesariamente relacionada con su proximidad geográfica. De esta manera, en el occidente del país, aislado geográficamente y con mayor precipitación existen más especies de tábanos que en otras zonas como el oriente donde la composición exhibe singularidades que la hacen más diferente al resto.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, D. R., BURNHAM, K. P. & THOMPSON, W. L. Null hypothesis testing: problems, prevalence, and an alternative. *Journal of Wildlife Management*, 64: 912-923. 2000

ANDRADE-C, M. G., GÓMEZ, R., & RUIZ, J. P. Biodiversidad, Conservación y Uso de los Recursos Naturales. Bogotá: Serie Ecológica N^o 3. 1992

BARLETT, K., STEVEN, R., & GINSBERG, H. The Horse and Deer Flies (Diptera: Tabanidae) of Rhode Island. *Annals Entomology Society of America.*, 93: 317-331. 2002

BARRETO, M., BURBANO, M. E., & BARRETO, P. Estudio sobre tábanos (Diptera: Tabanidae) de Colombia. Resúmenes XXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, 153-160. 1995

BARROS, A. Seasonality and relative abundance of Tabanidae (Diptera) captured on horses in the Pantanal, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96: 917-923. 2001

BARROS, A.T.M., FOIL, L.D. & VASQUEZ, S.A.S. Mutucas (Diptera: Tabanidae) do Pantanal: abundância relativa e sazonalidade na Sub-região da Nhecolândia. Embrapa Pantanal, Corumbá, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 48. 2003

BEQUAERT, J. C., & RENGIFO, S. The Tabanidae of Colombia (Diptera). *Psyche*, 53: 52-86. 1946

BEQUAERT, J. C., & RENGIFO, S. The Tabanidae of Colombia (Diptera). *Cespedesia*, 3: 140-172. 1974

BURGER, J. F. Notes on and descriptions of new and little-known species of Neotropical Tabanidae (Diptera). *Memoirs on Entomology International*, 14: 51-74. 1999

BURGER, J. F. Tabanidae (horse flies, deer flies, tabanos). In: Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA. (Eds) *Manual of Central American Diptera*, Vol. 1, NRC Research Press, Ottawa, 495–50. 2009

BURNHAM, K. P., & OVERTON, W. S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, 60: 927-936. 1979

CAMPOS, D.F., & FERNÁNDEZ, F. El proyecto “Diversidad de Insectos en 539 Colombia”. Proyecto de red Iberoamericana de Biogeografía y 540 Entomología Sistemática PRIBES. *m3m Monografías Tercer Milenio*, 541: 297–300. 2002

CÁRDENAS, R. E., BUESTÁN, J. A., & DANGLES, O. Diversity and distribution models of horse flies (Diptera: Tabanidae) from Ecuador. *Annales de la Société Entomologique de France*. 45: 511-528. 2009

CHANEY, J. E. Horse-Flies, deer-flies and clegs (Tabanidae). En R. P. Lane, & R. Crosskey, *Medical Insects and Arachnids* (págs. 310-327). London U.K.: Department of Entomology. The Natural History Museum. 1995

CHANEY, J. E., & OLDROYD, H. Family Tabanidae. En R. W. Crosskey, *Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region* (págs. 273-308). London: British Museum (Natural History). 1980

CHAO, A., CHAZDON, R. L., COLWELL, R. K., & SHEN, T. J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8: 148–159. 2005

CHAO, A. Non Parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270. 1984

CHAZDON, R. L., COLWELL, R. K., DENSLOW, J. S. & GUARIGUATA, M. R., Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of Northeastern Costa Rica. In: *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*: 285–309 (F. Dallmeier & J. A. Comiskey, Eds). The Parthenon Publishing Group, Paris. 1998

CLENCH, H. How to make a regional list of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopteran society*, 33: 216-231. 1979

COLWELL, R. K., & CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 345:101-118. 1994

COSCARÓN, S., & GONZÁLEZ, C. R. Tabanidae de Chile: Lista de especies y clave para los géneros conocidos de Chile (Diptera: Tabanidae). *Acta Entomológica Chilena*, 16: 125-150. 1991

COSCARÓN, S., & PAPAVERO, N. An Illustrated manual for the identification of the Neotropical Genera and Subgenera of Tabanidae (Diptera). *Museu Paraense Emílio Goeldi*, 150. 1993

COSCARÓN, S., & PAPAVERO, N. Catalogue of Neotropical Diptera. Tabanidae. Neotropical Diptera, 6: 1-137. 2009a

COSCARÓN, S., & PAPAVERO, N. Manual of Neotropical Diptera. Tabanidae. Neotropical Diptera, 6: 1-137. 2009b

CRISCI J.V. & LÓPEZ-ARMENGOL M. F. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Organización de Estados Americanos. Serie de Monografías Biológicas, 26: 1-128. 1983

EFRON, B., & THISTED, R. Estimation of the number of unseen species. Biometrika, 63: 435-447. 1976

FAIRCHILD, G. B. Family Tabanidae. Guide to the insects of Connecticut. Part VI. The Diptera or true Flies of Connecticut. 4th Fascicle. Bulletin of the Connecticut State Geological and Natural History Survey, 75:31. 1950

FAIRCHILD, G. B. Climate and the phylogeny and distribution of Tabanidae. Bulletin of the Entomological Society of America, 15: 7-11. 1969a

FAIRCHILD, G. B. Notes on Neotropical Tabanidae XII. Classification and distribution, with keys to genera and subgenera. Arquivos de Zoologia de São Paulo, 17: 199-255. 1969b

FAIRCHILD, G. B. Notes on Neotropical Tabanidae XII, Classification and distribution, with keys to genera and subgenera. Arquivos de Zoologia, 17(4): 208-220. 1969c

FAIRCHILD, G. B. Family Tabanidae. Fascículo 28, pp. 1-163. In N. Papavero (Ed.). A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museo de Zoologia, Sao Paulo. 1971

FAIRCHILD, G. B., & BURGER, J. F. A Catalog of the Tabanidae (Diptera) of the South of the United States. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 55: 1249. 1994

FERREIRA-KEPPLER, R.L., RAFAEL, J.A. & GUERRERO, J.C.H. Sazonalidade e uso de ambientes por especies de Tabanidae (Diptera) na Amazonia Central, Basil. *Neotropical Entomology*, 39: 645-654. 2010

FISHER, R. A., A. S. CORBET, & C. B. WILLIAMS. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *The Journal of Animal Ecology*, 12:42-58. 1943

FOIL, L. D. Tabanids as Vectors of Disease Agents. *Parasitology Today*, 5: 8896. 1989

GONZÁLEZ, C. R. A revision of southern Neotropical genera related to *Dasybasis* Macquart, 1847 (Diptera: Tabanidae: Diachlorini). *Memoirs of Entomology International*, 14: 137-194. 1999

GORAYEB, I. S. Tabanidae (Diptera) of Amazônia XXI. Descriptions of *Elephantotus* gen. n. and *E. tracuatuensis* sp. n. (Diachlorini) from the Brazilian coast. *ZooKeys*, 395: 23. 2014

GORAYEB, I. S., & RAFAEL, J. A. Tabanidae (Diptera) of Amazonia III. Description of the male of *Betrequia ocellata* Oldroyd, with on Rhinomyzini in the New World. *Myia*, 3: 330-340. 1985

GREGORY-WODZICKI, K. M. Uplift history of the central and Northern Andes: A review. *Geological Society of America Bulletin*, v. 112, p. 1091-1105. 2000

GUALDRON DIAZ, J. C. Interactive key of the tribe Tabanini (Diptera: Tabanidae) from protected areas in Colombia and description of a new species of Tabanidae (Diptera) from Colombia: *Tabanus chiribiquensis* sp. nov. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 2013

HENRIQUES, A. L., & GORAYEB, I. S. Tabanidae (Diptera) da Amazônia. XIII. Descrição de *Catachlorops* (*Psarochlorops*) *amazonicus* sp. n. e *C. (Amphichlorops) mellosus* sp. n. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, 13: 1119. 1997

HENRIQUES, A. L., KROLOW, T. K., & RAFAEL, J. A. Corrections and additions to Catalogue of Neotropical Diptera (Tabanidae) of Coscarón & Papavero (2009). *Revista Brasileira de Entomologia*, 56: 277–280. 2012

HENRIQUES, A. L. & RAFAEL, J. A. Tabanidae (Diptera) from Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brazil, with description of two new species of *Diachlorus* Osten Sacken, p. 195-222. In Burger J F (ed) A collection of Diptera commemorating the life and work of Graham B. Fairchild. Contributions to the knowledge of Diptera. *Memoirs on Entomology, International*, v 14. Associated Publishers, Florida, 646p. 1999

HERNÁNDEZ, C. E., & SALAZAR, J. A. Tabanidae del centro de Caldas. Manizales. Tesis de Grado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 172. 1985

HILTY, L. S., & BROWN, W. L. Guía de las Aves de Colombia. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 2001

IHAKA, R., MURRELL, P., HORNIK, K., FISHER, J. C. & ZEILEIS, A. Colorspace: Color Space Manipulation. R package version 1.2-7. 2016

JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bulletin Society Vaud Science Nature, 44: 223-27. 1908

KAUFMAN, L., & ROUSSEEUW, P. J. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. New York: John Wiley & Sons. 1990

KINDT, R. BiodiversityR: Package for Community Ecology and Suitability Analysis. Version 2.5-4. 2016. Disponible en: <http://cran.r-project.org/web/packages/BiodiversityR/>

KOLEFF, P., GASTON, K.J. & LENNON, J.J. Measuring beta diversity for presence-absence data. Journal of Animal Ecology, 72:367-382. 2003

KRUSKAL, J. B. Multidimensional Scaling by optimizing goodness of fit to nonmeric hypothesis. Psycometrika, 29: 1-27. 1964

LEE, V. H., FAIRCHILD, G. B., & BARRETTO, P. Artrópodos hematófagos del Rio Raposo, Valle, Colombia, III. Tabanidae. Caldasia, 10(49): 441-458. 1969

LEGENDRE, P., & FORTIN, M. J. Spatial pattern and ecological analysis. Vegetation, 80: 107-138. 1989

LEITNER, W., & TURNER, W. R. Measurement and analysis of biodiversity. Encyclopedia of Biodiversity, 4: 123-144. 2001

LEVENE, H. Robust test for equality of variance. En In contributions to probability and statistics (I. Olkin, ed.), 278-292. Stanford University Press, Palo Alto CA. 1960

LOMOLINO, M. V. Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. *Journal of Biogeography* 27, 17–26. 2000

MAECHLER, M., ROUSSEEUW, P., STRUYF, A., HUBERT, M., HORNIK, K. Cluster: Cluster: Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.5. 2016

MACQUART, J. Dipteres exotiques nouveaux au peu connus 2e. supplément. *Memoires de la Sociét Royal des Sciences, de l'Agriculture et des Arts, Lille*, 21:21-120. 1847

MAGURRAN, A. E. *Measuring Biological Diversity*. Uk: Blackwell Publishing Company. 2004

MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research*, 27: 209–220. 1967

MOLINA, J. A., HILDEBRAND, P., OLANO, V. A., MUÑOS DE HOYOS, P., & BARRETO, M. Fauna de insectos hematófagos del Sur del Parque Natural Nacional Chiribiquete. *Biomédica*, 20: 314-26. 2000

MORALES-JIMENEZ, A. L., SÁNCHEZ, F., POVEDA, K., & CADENA, A. *Mamíferos terrestres y voladores de Colombia, guía de campo*. Primera edición. Bogotá: Ramos López Editorial. 2004

MORRONE, J.J. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782: 1-110. 2014

OKSANEN, J. Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial. 2015. Disponible en: <http://cc.oulu.fi/~jarioksa/opetus/metodi/vegantutor.pdf>

OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P. R., O'HARA, R., & WAGNER, H. Package 'vegan'. R Packag ver, 254: 20-8. 2013

OLIVEIRA, F. L., RAFAEL, J. A., & HENRIQUES, A. L. *Phorcotabanus cinereus* (Wiedemann, 1821) (Diptera: Tabanidae), an Ornithophilic Species of in Central Amazon, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 97: 1-6. 2002

OTTE, M. J., & ABUABARA, J. Y. Transmission of South América *Trypanosoma vivax* by the neotropical horse fly *Tabanus nebulosus*. Acta Tropica, 49: 73-76. 1991

OTTE, M. J., ABUABARA, J. Y., NIETO, M. I., & GUTIERREZ, J. R. Incidence of *Trypanosoma vivax* infection on three cattle farms on the north coast of Colombia. Proc. 5th. International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics, 104-106. 1988

PADGETT, J. J., & JACOBSEN, K. H. Loiasis: African eye worm. Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Higyene, 102: 983-989. 2008

PARRA-HENAO, G., ALARCON-PINEDA, G. P., & López-Valencia, G. Ecología y Análisis parasitológico de tábanos (Díptera: Tabanidae) en Antioquia, Colombia. Caldasia, 30 (1): 179-188. 2008

PECHUMAN, L. L. The Insects of Virginia No. 6. Horse Flies and Deer Flies of Virginia (Diptera: Tabanidae). State University Research Division Bulletin, 81:92. 1973

PECHUMAN, L. L., & TESKEY, H. J. Tabanidae. En J. F. McAlpine, Manual of Nearctic Diptera Vol. 1 (págs. 463-478). Research Branch Agriculture Canada Monograph No. 27. 1981

PECHUMAN, L. L., WEBB, D. W., & TESKEY, H. J. The Diptera, or True Flies, of Illinois. I. Tabanidae. III. Natural History Survey Bulletin, 33:121. 1983

PINHEIRO, J. C. and BATES, D. M. Mixed-effects models in S and S-PLUS. Springer Verlag, New York. 528 p. 2000

PINO-D., G. Estudios sobre tabanos de Venezuela (Diptera: Tabanidae). 2, Elenco sistemático preliminar. Memória Sociedad de Ciencias naturales La Salle, Caracas, 114(40): 79-127. 1980

PISCIOTTI, I. Horse flies (Díptera: Tabanidae) from the "Parque Nacional Natural Chiriquete". Caquetá, Colombia. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 2005

POLANCO-OCHOA, R., JAIMES, V., & PIRAGUA, W. Los mamíferos del Parque Nacional Natural La Paya, Amazonia colombiana. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. 23:671-682. 1999

R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Obtenido de versión 3.3.0. 2016. Disponible en: <https://www.R-project.org/>

RAAIJMAKERS, J. G. W. Statistical Analysis of the Michaelis-Menten equation. Biometrics 43, 793-803. 1987

RATKOWSKY, D.A. Nonlinear regression modelling: a unified approach. Marcel Dekker, New York. 1983

RATKOWSKY, D. A. Handbook of nonlinear regression models. New York: Marcel Dekker. 1990

ROHLF, F. J., & FISHER, D. R. Test for hierarchical structure in random data sets. *Systematic Zoology*, 407-412. 1968

ROUSSEEUW, P.J. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20: 53-65. 1987

SANDERS, N. J., MOSS, J., & WAGNER, D. Patterns of Ant Species Richness along Elevational Gradients in an Arid Ecosystem. *Global Ecology & Biogeography*, 12: 93-102. 2003

SCHINER, J. R. Diptera. Reise der Osterr. Fregatte Novara in den Jahren 1857, 1858, 1859, Zoologischer Teil, II, 1. Abt., B, pt. 1: 1-388. 1868

SNEATH, P., & SOKAL, R. R. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification, p. 278 ff. San Francisco: Freeman. 1973

SOBERÓN, J., & LLORENTE, J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480-488. 1993

SOKAL, R. R. Distance as a measure of taxonomic similarity. *Systematic Zoology*, 10: 70-79. 1961

SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11: 33-40. 1962

SOKAL, R.R. & SNEATH, P. Principles of Numerical Taxonomy, Freeman, San Francisco, Ca. 359 p. 1963

TESKEY, H. J. The horse flies and deer flies of Canada and Alaska (Diptera: Tabanidae) In: The Insects and Arachnids of Canada part 16. Biosystematics Research Institute, Ottawa, 381 pp. 1990

TIAPE GÓMEZ, Z., VELÁSQUEZ, M. & GORAYEB, I. Ista preliminar de tabánidos (Diptera: Tabanidae) del noroccidente de Guárico y sur de Aragua, Venezuela. *Entomotropica*, Caracas 19 (1): 59-63. 2004

TIBSHIRANI, R., WALTHER, G. & HASTIE, T. Estimating the number of data clusters via the Gap statistic. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 63: 411–423. 2001

TORRES, A., & MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. Wing Shape Variation in the Taxonomic Recognition of Species of *Diachlorus* Osten-Sacken (Diptera: Tabanidae) from Colombia. *Neotropical Entomology*, 1:28. 2016

VÁSQUEZ, V. H., & SERRANO, M. Las Áreas Naturales Protegidas de Colombia. Conservación Internacional. Bogotá-Colombia: Fundación Bicolombia. 696 p. 2009

VELÁSQUEZ, J. A., QUINTERO, A., & GARCÉS-RESTREPO, M. F. Diversidad Específica de Anfibios y Reptiles en zonas bajas del pacífico del Valle del Cauca. *Cespedesia*, (31): 81-94. 2008

VENABLES, W. N., & RIPLEY, B. D. Modern applied statistics with S Springer Verlag. New York. 2002

VILLARREAL-LEAL, H., & MALDONADO-OCAMPO, J. Caracterización biológica del parque Nacional Natural El Tuparro (sector noreste), Vichada, Colombia. Bogotá D.C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos-Alexander von Humboldt. 2007

WALKER, F. List of the specimens of dipterous insects in the collection of the British Museum. London, pt. I: 1-229. 1848

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, New York. 2009

WILKERSON, R. C. Tábanos (Diptera: Tabanidae) de los departamentos colombianos del Chocó, Valle, y Cauca (Cali, Colombia). Cespedesia, 7: 87-433. 1979

WILKERSON, R. C., & FAIRCHILD, G. B. A review of the South American species of *Esenbeckia*, subgenus *Esenbeckia* (Diptera: Tabanidae). Journal of Natural History, 17: 519-567. 1983

WILKERSON, R. C., & FAIRCHILD, G. B. A Checklist and Generic Key to the Tabanidae (Diptera) of Perú with Special Reference to the Tambopata Reserved Zone, Madre de Dios. Revista Peruana de Entomología, 27: 37-53. 1985

WOLFF, M. E., & MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. Family Tabanidae. Zootaxa, 1: 50. 2016

ZETTEL NALEN, C. M., KLINE, D. L., SUTTON, B. D., MÜLLER, G. AND CILEK, J. E. An Annotated Checklist of the Horse Flies, Deer Flies, and Yellow Flies (Diptera: Tabanidae) of Florida. Florida Entomologist, 98(2): 479-488. 2015

ANEXOS

ANEXO A. Posición geográfica de las cinco localidades utilizadas en este estudio, las cuales se ubican dentro de cinco áreas naturales protegidas de Colombia así: PNN Utría, localidad L1; PNN Farallones de Cali, localidad L2; PNN Tayrona, localidad L3; PNN La Paya, localidad L4; PNN El Tuparro, localidad L5.



**ANEXO B. Asignación taxonómica de los especímenes de la familia
Tabanidae colectados en cinco diferentes localidades de Colombia y el
porcentaje de riqueza por géneros y tribus colectados con las 204 trampas
Malaise.**

Subfamilia	Tribu	% Riqueza/Tribu	Especie/morfoespecie	% Riqueza/Géneros
Chrysopsinae	Chrysopsini	8.2	<i>Chrysops soror</i>	8.2
			<i>Chrysops sp1</i>	
			<i>Chrysops sp2</i>	
			<i>Chrysops varians</i> var. <i>tardus</i>	
			<i>Chrysops variegatus</i> <i>Chrysops</i>	
			<i>auroguttatus</i> <i>Chrysops</i>	
			<i>calogaster</i> <i>Chrysops meleanus</i>	
Pangoniinae	Pangoniini	8.2	<i>Dasybasis sp1</i>	1.0
			<i>Esenbeckia prasiniventris</i>	
			<i>Esenbeckia tigrina</i>	
			<i>Esenbeckia translucens</i>	4.1
			<i>Esenbeckia sp1</i>	
			<i>Fidena aureopygia</i>	2.0
			<i>Fidena sp1</i>	2.0
	<i>Pytiocera cervus</i>	1.0		
	Scioniini	1.0	<i>Scione albifasciata</i>	1.0
Tabaniinae	Diachlorini	43.9	<i>Bolbodimyia bicolor</i>	
			<i>Bolbodimyia nigra</i>	2.0
			<i>Catachlorops sp1</i>	
			<i>Catachlorops sp2</i>	
			<i>Catachlorops difficilis</i>	
			<i>Catachlorops sp1</i>	5.1
			<i>Catachlorops fulmineus</i>	
			<i>Chlorotabanus inanis</i>	1.0
			<i>Cryptotylus unicolor</i>	1.0
			<i>Diachlorus curvipes</i>	
			<i>Diachlorus fusistigma</i>	
			<i>Diachlorus habecki</i>	
<i>Diachlorus jobbinsi</i>	5.1			
<i>Diachlorus sp1</i>				

Subfamilia	Tribu	% Riqueza/Tribu	Especie/morfoespecie	% Riqueza/Géneros
			<i>Dichelacera fasciata</i>	
			<i>Dichelacera marginata</i>	
			<i>Dichelacera regina</i>	
			<i>Dichelacera submarginata</i>	3.1
			<i>Dichelacera sp1</i>	
			<i>Dicladocera argentomacula</i>	
			<i>Dicladocera distomacula</i>	3.1
			<i>Dicladocera nigrocuerulea</i>	
			<i>Himantostylus intermedius</i>	1.0
			<i>Leucotabanus exaestuans</i>	
			<i>Leucotabanus flavinotum</i>	
			<i>Leucotabanus sp1</i>	3.1
			<i>Phaeotabanus cajennensis</i>	
			<i>Phaeotabanus sp1</i>	
			<i>Phaeotabanus sp2</i>	
			<i>Phaeotabanus sp3</i>	5.1
			<i>Phaeotabanus sp4</i>	
			<i>Philipotabanus magnificus</i>	
			<i>Philipotabanus sp1</i>	2.0
			<i>Poeciloderas allusiosis</i>	
			<i>Poeciloderas quadripunctatus</i>	2.0
			<i>Stenotabanus deterus</i>	
			<i>Stenotabanus sp1</i>	
			<i>Stenotabanus (Stilbops) sp1</i>	4.1
			<i>Stenotabanus incipiens</i>	
			<i>Stibasoma chionostigma</i>	1.0
			<i>Stypommisa captiroptera</i>	
			<i>Stypommisa pequeniensis</i>	
			<i>Stypommisa sp1</i>	3.1

Subfamilia	Tribu	% Riqueza/Tribu	Especie/morfoespecie	% Riqueza/Géneros
			<i>Tabanus albocirculus</i>	
			<i>Tabanus occidentalis</i>	
			<i>Tabanus o. dorsovittatus</i>	
			<i>Tabanus o. modestus</i>	
			<i>Tabanus o. stenocephalus</i>	
	Tabanini	38.8	<i>Tabanus macquarti</i>	
			<i>Tabanus piceiventris</i>	
			<i>Tabanus unistratus</i>	
			<i>Tabanus surifer</i>	
			<i>Tabanus sp1</i>	
			<i>Tabanus sp10</i>	
			<i>Tabanus sp12</i>	
			<i>Tabanus sp13</i>	
			<i>Tabanus sp16</i>	

Subfamilia	Tribu	% Riqueza/Tribu	Especie/morfoespecie	% Riqueza/Géneros
			<i>Tabanus sp19</i>	
			<i>Tabanus sp20</i>	
			<i>Tabanus sp26</i>	
			<i>Tabanus sp27</i>	
			<i>Tabanus sp29</i>	
			<i>Tabanus sp3</i>	
			<i>Tabanus sp30</i>	
			<i>Tabanus sp 31</i>	
			<i>Tabanus sp32</i>	
			<i>Tabanus sp33</i>	
			<i>Tabanus sp34</i>	
	Tabanini		<i>Tabanus sp35</i>	
			<i>Tabanus sp36</i>	
			<i>Tabanus sp37</i>	
			<i>Tabanus sp39</i>	
			<i>Tabanus sp4</i>	
			<i>Tabanus sp40</i>	
			<i>Tabanus sp41</i>	
			<i>Tabanus sp42</i>	
			<i>Tabanus sp5</i>	38.8
			<i>Tabanus sp8</i>	
			<i>Tabanus sp9</i>	
			<i>Tabanus sp2</i>	
			<i>Tabanus sp38</i>	

ANEXO C. Ajuste de los modelos asintóticos evaluados a las curvas de acumulación de los cinco conjuntos de trampas (localidades). AICc, Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas; Δ AICc, diferencia de AICc entre cada modelo y el más plausible; Wt, peso de Akaike. Valores resaltados muestran la asíntota del modelo con mejor ajuste.

	Modelo	AICc	Δ AICc	Wt	Asíntota
Localidad L1	Lomolino	9,646701	0	1	91.77
	Asintótico offset	52,09662	42,449930	6.06E-10	41.16
	Asintótico	52.096632	42.449930	6.06E-10	41.16
	Michaelis - Menten	70.338409	60.691708	6.62E-14	47.68
	Gompertz	70.961318	61.314616	4.85E-14	38.06
	Logístico	81.270895	71.624193	2.80E-16	36.73
	Asintótico - origen	88.278577	78.631876	8.42E-18	36.59
Localidad L2	Asintótico offset	51.387069	0	0.4999999	27.879
	Asintótico	51.387069	3.836E-13	0.4999999	27.879
	Gompertz	85.012055	33.624986	2.496E-08	24.4832
	Logístico	103.39744	52.010380	2.541E-12	23.20
	Michaelis – Menten	103.93044	52.543374	1.946E-12	30.75
	Asintótico – origen	127.42569	76.038627	1.539E-17	23.075
Localidad L3	Lomolino	-66.779680	0	1	37.301
	Michaelis – Menten	-6.0866514	60.693029	6.612E-14	34.21
	Asintótico	62.074007	128.85368	1.046E-28	27.580
	Asintótico offset	62.074007	128.85368	1.046E-28	27.580
	Asintótico origen	99.850882	166.63056	6.55E-37	26.652
	Gompertz	121.27864	188.05832	1.457E-41	26.3588
	Logístico	147.33642	214.1161	3.201E-47	25.825
Localidad L4	Lomolino	-140.96121	0	1	73.199
	Asintótico	96.276877	237.23809	3.05E-52	39.293
	Asintótico offset	96.276877	237.23809	3.05E-52	39.293
	Michaelis – Menten	146.63098	287.59220	3.54E-63	46.25
	Gompertz	157.66118	298.62240	1.42E-65	37.0186
	Logístico	187.65773	328.61895	4.37E-72	36.01
	Asintótico origen	202.57364	343.53486	2.52E-75	36.22
Localidad L5	Lomolino	-31.776262	0	1	26.009
	Michaelis – Menten	34.432968	66.209231	4.196E-15	22.033
	Asintótico offset	48.271606	80.047868	4.147E-18	19.771
	Asintótico	48.271606	80.047868	4.147E-18	19.771

Modelo	AICc	Δ AICc	Wt	Asíntota
Gompertz	67.145594	98.921856	3.306E-22	19.4440
Logístico	78.550671	110.32693	1.103E-24	19.256
Asintótico origen	91.816730	123.59299	1.452E-27	18.812

ANEXO D. Gráfico de siluetas para para los k agrupamientos propuestos de las 204 trampas Malaise. Conglomerados 1, 3 y 4 presentan valores del índice de siluetas (s_i) negativos. s_i promedio = 0.17.

