

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**"ANÁLISIS DEL ENSAMBLAJE ADULTO DE ODONATA (INSECTA)
EN CUERPOS DE AGUA DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LOS
AMIGOS, MADRE DE DIOS"**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

EMMY FIORELLA MEDINA ESPINOZA

LIMA-PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ANÁLISIS DEL ENSAMBLAJE ADULTO DE ODONATA (INSECTA)
EN CUERPOS DE AGUA DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LOS
AMIGOS, MADRE DE DIOS”**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGA

Presentada por:

EMMY FIORELLA MEDINA ESPINOZA

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Mg. Sc. Diana Zulema Quinteros Carlos
PRESIDENTE

Mg. Sc. Liz Zaida Castañeda Córdova
MIEMBRO

Blgo. Richar Joel Morales Rodriguez
MIEMBRO

Mg. Sc. Germán Antonio Arellano Cruz
ASESOR

Dr. Leandro Juen
CO-ASESOR

DEDICATORIA

*A Lizzie y Flavia,
por ser amor, fortaleza y alegría,
y a Viviana y Roxana,
mi constante apoyo,
con cariño infinito.*

AGRADECIMIENTOS

A Leandro Juen y Lenize Calvão, quienes amablemente aceptaron guiarme en la ejecución de la tesis, aún sin conocerme, y me brindaron su asesoría en las distintas etapas de su desarrollo con la mayor disposición y atención. Por sus consejos y constante preocupación, mis más sinceros agradecimientos. Quisiera también expresar mi agradecimiento a Cristian Camilo Mendoza Penagos, quien inicialmente me apoyó en las primeras versiones del proyecto de tesis, por la dedicación y el compromiso otorgado aún cuando se encontraba realizando su maestría. A mi asesor, Germán Arellano, por el tiempo que dedicó a leer los manuscritos previos de este documento.

A la Asociación de Conservación de la Cuenca Amazónica, ACCA, por brindarme la beca de investigación que hizo posible la realización de esta tesis. En especial a Aimy Caceres, entonces coordinadora de investigación de ACCA, por confiar en mi proyecto. A Carla Mere y Arianna Basto Eyzaguirre, coordinadoras de investigación en campo dentro de la estación biológica Los Amigos. De Arianna, siempre conservaré los momentos compartidos en su compañía y en la de su padre, su constante alegría y su pasión por investigar. Agradezco también al señor Toribio, cocinero de la estación, por su buen humor y su alegría; al señor Richar, personal de mantenimiento, por su entusiasmo con mi proyecto, a tal punto de contarme sobre los “chinchilejos” (libélulas) que veía; y al resto del personal de la estación por hacer de mi estancia la más agradable. A Jose Martin Meléndez Quinto, por su apoyo en la toma de datos y su compañía en campo.

A Diana Silva por permitirme realizar la fase de laboratorio al interior del Departamento de Entomología del Museo de Historia Natural de la UNMSM y a todos mis compañeros por hacer de mis días divertidos con sus constantes ocurrencias; especialmente, a Pável Sánchez Flores por alegrar el ambiente con su música.

Finalmente, quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos a Rosser W. Garrison, Natalia von Ellenrieder, Dennis R. Paulson, Federico Lozano y Javier Muzón, quienes me brindaron asesoría, de la manera más desinteresada, en la determinación de algunos de los especímenes.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Estado del conocimiento del orden Odonata en el Perú.....	3
2.2. Factores que afectan la distribución de Odonata.....	4
2.3. Características de los sistemas acuáticos evaluados.....	5
2.3.1. Pozos de agua en aguajales.....	5
2.3.2. Lagos de herradura.....	5
2.3.3. Quebradas de Tierra Firme.....	6
2.4. Los términos comunidad, ensamble y ensamblaje.....	6
III. METODOLOGÍA	7
3.1. Área de estudio.....	7
3.2. Medición de variables.....	7
3.3. Captura de individuos.....	9
3.4. Tratamientos de datos.....	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Resultados.....	17
4.1.1. Diversidad específica de odonatos por localidad.....	17
4.1.2. Composición del ensamblaje de odonatos.....	24
4.2. Discusiones.....	34
4.2.1. Diversidad específica de odonatos por localidad.....	34
4.2.2. Composición del ensamblaje de odonatos.....	37
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	49
VII. BIBLIOGRAFÍA	50
VIII. ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de las zonas de muestreo por localidad evaluada en la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios).....	11
Tabla 2: Abundancia de libélulas por localidad evaluada en la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios).....	18
Tabla 3: Estimador de Jackknife de primer orden para las localidades evaluadas (Nivel de confianza = 0,95).....	23
Tabla 4: Análisis de varianza multivariado permutacional para el mes de mayo al considerar como factor a la localidad (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis).....	27
Tabla 5: Comparación por pares entre localidades en el mes de mayo (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis; Método de corrección = Bonferroni).....	27
Tabla 6: Análisis de varianza multivariado permutacional para el mes de octubre al considerar como factor a la localidad (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis).....	28
Tabla 7: Comparación por pares entre localidades en el mes de octubre (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis; Método de corrección = Bonferroni).....	28
Tabla 8: Coeficiente de correlación de Pearson.....	28
Tabla 9: Modelo generalizado lineal mixto (Familia = Poisson; Link = log).....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de muestreo dentro de la Estación Biológica Los Amigos.....	8
Figura 2. Zonas de muestreo en la quebrada evaluada en la Estación Biológica Los Amigos	12
Figura 3. Zonas de muestreo en Pozo Don Pedro en la Estación Biológica Los Amigos...	13
Figura 4. Zonas de muestreo en Cocha Lobos en la Estación Biológica Los Amigos.....	14
Figura 5. Diseño de muestreo en la quebrada y en los lagos evaluados en el estudio.....	16
Figura 6. Diagramas de caja de las abundancias de las especies encontradas en las localidades de muestreo para los meses de mayo y octubre.....	22
Figura 7. Cobertura de las muestras presentes en cada localidad de muestreo para los meses de mayo y octubre.....	24
Figura 8. Curvas de acumulación de especies usando los números de Hill en cada localidad de muestreo para los meses de mayo y octubre.....	25
Figura 9. Análisis multidimensional no métrico para los ecosistemas evaluados para mayo y octubre.....	26
Figura 10. Curvas de rango-abundancia las localidades de muestreo en mayo.....	31
Figura 11. Curvas de rango-abundancia las localidades de muestreo en octubre.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Variables ambientales en la “Estación Biológica Los Amigos” en el mes de mayo durante los días de muestreo.....	66
Anexo 2. Variables ambientales en la “Estación Biológica Los Amigos” en el mes de octubre durante los días de muestreo.....	68
Anexo 3. Distancia entre las diferentes zonas de muestreo dentro de las localidades evaluadas en la Estación Biológica Los Amigos.	70

RESUMEN

Los ecosistemas de agua dulce son uno de los ambientes más contaminados a nivel mundial. Madre de Dios es uno de los departamentos de Perú que alberga una gran diversidad de especies y una de las principales amenazas que enfrenta es la pérdida de bosques por causa de la minería aurífera, la cual tiene efectos negativos en sus cuerpos de agua. Es escasa la información ecológica que se conoce acerca de los Odonata peruanos, los cuales son insectos dulceacuícolas. El presente estudio analizó la diversidad del ensamblaje de odonatos adultos en tres ambientes acuáticos dentro de la estación biológica Los Amigos (un pozo de agua negra, un lago de herradura y una quebrada) en mayo y octubre de 2018. Se registraron en total 46 especies, pertenecientes a 25 géneros y seis familias. Las familias más representadas fueron Libellulidae y Coenagrionidae. Los lugares de evaluación presentaron valores de diversidad similares al emplear los números de Hill. Sin embargo, se encontraron diferencias en la composición de especies presentes en los tres cuerpos de agua evaluados, inclusive entre lagos. Esto se debería a que, a pesar de que estos compartieron un número considerable de especies, las abundancias relativas de cada una variaban dependiendo del lugar de evaluación. Por tanto, los ensamblajes de libélulas en la estación biológica Los Amigos cambian según el cuerpo de agua donde se encuentren. Esto resalta la importancia de conocer los taxones que conforman los ensamblajes de los distintos tipos de ambientes dulceacuícolas con el fin de comprender de mejor manera los cambios que podrían ocurrir en estos tipos de ecosistemas.

Palabras claves: Ecosistemas acuáticos, habitat, Anisoptera, Zygoptera.

ABSTRACT

Freshwater ecosystems are one of the most polluted environments worldwide. Madre de Dios is one of the Peruvian departments that harbors a great diversity of species and one of the main threats it faces is the loss of forests due to gold mining, which has negative effects on its water bodies. Little ecological information is known about Peruvian Odonata, which are freshwater insects. The present study analysed the adult odonate assemblage diversity in three aquatic environments within the Los Amigos biological station (a blackwater pond, an oxbow lake and a stream) in May and October of 2018. A total of 46 species were recorded, belonging to 25 genera and six families. The most represented families were Libellulidae and Coenagrionidae. The assessment sites showed similar diversity values using Hill numbers. However, differences were found in the species composition in the three water bodies assessed, including between lakes. This was because, although they shared a considerable number of species, the relative abundances of each species varied depending on the assessment site. Therefore, dragonfly assemblages in the Los Amigos biological station change according to the body of water where they are found. This highlights the importance of knowing the taxa that are part of the assemblages of the different types of freshwater environments in order to better understand the changes that might occur in these types of ecosystems.

Keywords: Freshwater environments, habitat, Anisoptera, Zygoptera.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas dulciacuícolas comprenden menos del 1 % del agua presente en la tierra y albergan aproximadamente el 10 % de las especies descritas globalmente (Carpenter *et al.*, 2011). Además, proveen los siguientes servicios ecosistémicos: agua para el consumo humano y las actividades industriales, protección frente a inundaciones y a procesos de erosión del suelo, almacenamiento de carbono, recreación y alimentación (Grizzetti *et al.*, 2016). Sin embargo, son frecuentemente contaminados (Carpenter *et al.*, 2011) debido a los efluentes industriales y los residuos domésticos vertidos en ellos (Tiwari *et al.*, 2018), lo que ocasiona cambios hidrológicos, físicos, químicos e inclusive biológicos (Carpenter *et al.*, 2011). Esto último se produce debido a que la composición de las especies que habitan un ecosistema acuático se encuentra relacionada con las características físicas y químicas del agua (Ford, 1989), entre otros factores, como las interacciones biológicas.

Las especies del orden Odonata son organismos anfibióticos (Corbet, 1980) y son susceptibles a alteraciones, naturales o antropogénicas, de sus hábitats (Miguel *et al.*, 2017), ya sean modificaciones de los ecosistemas acuáticos o de los terrestres (Bota-Sierra *et al.*, 2016). Cambios en la insolación solar (Calvão *et al.*, 2018), la temperatura (Brasil, 2018), la vegetación ribereña en sistemas lóticos (Miguel *et al.*, 2017) y en la presencia de macrófitas en los ecosistemas lénticos (Juen *et al.*, 2007) pueden ocasionar variaciones en sus ensamblajes, lo que también puede ocurrir si se altera el paisaje circundante de los lugares que habitan. Por ejemplo, Carvalho *et al.* (2018) reportaron diferencias en los ensamblajes de libélulas encontrados en un bosque natural y cultivos de palma aceitera. Asimismo, Calvão *et al.* (2016) observaron que la construcción de carreteras en áreas aledañas a arroyos ocasionó la desaparición de zigópteros que preferían criar en flujos rápidos de agua. Sin embargo, existen especies que pueden prosperar en ambientes modificados antropogénicamente (Miguel *et al.*, 2017) tal como encontraron Juen *et al.* (2014) en la Amazonía brasileña, donde algunos odonatos tuvieron una mayor abundancia en ambientes degradados que en preservados. Debido a esta estrecha relación que poseen estos insectos con su ambiente, sus requerimientos ecológicos estarían determinando su

presencia en un área dada (Mc Peek, 2008). Por ende, es probable que la composición de su ensamblaje varíe entre distintos tipos de ambientes (Oertli, 2008). En el caso de Perú, Butt (1995) y Louton *et al.* (1996) presentaron listados de especies donde se mencionan el lugar de colecta y una breve descripción del hábitat donde se encontraron. No obstante, solo Flores-Choquejahuá (2014) estudió la composición del ensamblaje de odonatos adultos en relación con un cuerpo de agua en particular. Dicho estudio fue llevado a cabo en un humedal costero del país.

Madre de Dios es un área de alto endemismo (Bota-Sierra *et al.*, 2016) y alta diversidad, encontrándose en este departamento uno de los lugares con mayor cantidad de libélulas a nivel mundial, la Reserva Nacional de Tambopata (Corbert, 1999). Además, esta región es una de las que posee mayor deforestación en el país (Finer, Mamani, *et al.*, 2018). Se estima que la pérdida de carbono en Madre de Dios ha sido aproximadamente 7 millones de toneladas entre los años 2012 y 2017 (Finer & Mamani, 2017), siendo la agricultura y la minería aurífera las principales actividades causantes de ello (Finer *et al.*, 2018). En tanto, de enero a junio de 2018, la pérdida de bosque se cuantifica en aproximadamente 1,7 mil hectáreas por minería aurífera (Finer *et al.*, 2018). Motivo de ello, el presente estudio pretendió analizar la estructura del ensamblaje adulto de especies del orden Odonata entre un pozo de aguas negras, un lago de herradura y una quebrada de tierra firme en la estación biológica Los Amigos, Madre de Dios, en mayo y octubre de 2018. Para lograrlo, se plantearon los siguientes objetivos específicos: (1) determinar la diversidad de especies presentes en cada uno de los ambientes evaluados y (2) comparar la estructura del ensamblaje presente entre los ambientes para cada uno de los meses evaluados. La elección del estadio adulto de estos insectos se basa en su facilidad de muestreo e identificación en comparación con las larvas (Oertli *et al.*, 2005).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estado del conocimiento del orden Odonata en el Perú

El conocimiento de la odonatofauna en Perú es escaso, gran parte de él proviene de expediciones antiguas en el continente americano (Hoffmann, 2009). El último catálogo de odonatos peruanos fue publicado por Hoffmann (2009). En él, se menciona las especies registradas en el país y las localidades de captura, mas no del tipo de ambiente que habitan. Sumado a esto, se desconoce la distribución actual de la mayoría de ellas en territorio nacional debido a que solo el 30 % de Perú contaría con registros de libélulas (Hoffmann, 2009). En los últimos 40 años, sin embargo, se han llevado a cabo algunos estudios cuya finalidad era recopilar información sobre esta fauna en un área dada. Estos son: para la costa, los realizados por Flores-Choquejahuá (2014) en Tacna, Juárez & González (2017) en Piura y Meléndez-Quinto (2018) en Lima Metropolitana; para la sierra, el de Elme-Tumpay (2018) en los ecosistemas altoandinos de Cusco; y, para la selva, los de Paulson (1985), Butt, (1995) y Louton *et al.* (1996), todos ellos en Madre de Dios. En la actualidad, se estima que habrían 553 especies en Perú y que posee la mayor cantidad de taxones endémicos (57) en los Andes tropicales (Bota-Sierra *et al.*, 2016). Cabe mencionar que en los libros «*Dragonfly Genera of the New World*» y «*Damselfly Genera of the New World*» (Garrison *et al.*, 2006; 2010) se incluyen descripciones de hábitat y claves de identificación de los géneros de Odonata presentes en el país.

Respecto a Madre de Dios, los trabajos mencionados de Paulson (1985), Butt (1995) y Louton *et al.* (1996), así como el de Hoffmann (2009), han sido claves para conocer la riqueza de especies de esta región. Adicionalmente, las revisiones de los clados *Orthemis* grupo *levis*, *Metaleptobasis* y *Nephepeltia* (von Ellenrieder, 2012; 2013; 2014) han permitido actualizar la información de estos taxones en el departamento. Añadiendo las especies descritas por von Ellenrieder (2009a) y Tennessen (2015) con material capturado en esta zona, se han registrado aproximadamente 235 especies para Madre de Dios. Esto equivaldría al 42 % de la odonatofauna reportada en territorio nacional. Se conoce también

que la Reserva Nacional de Tambopata, ubicada en este departamento, es una de las áreas con mayor registro de libélulas – 186 especies (Kalkman *et al.*, 2008) – a nivel mundial (Paulson, 1985).

2.2. Factores que afectan la distribución de Odonata

Cada ambiente acuático posee una fauna de odonatos particular (McPeck, 2008). Esta puede estar determinada por características del hábitat tales como las plantas acuáticas y semiacuáticas presentes, la estructura del borde, las características hidrológicas del lugar –periodo hídrico, conductividad, potencial de hidrógeno, velocidad de corriente, ancho y profundidad del cuerpo de agua (Juen *et al.*, 2014) – y la exposición al sol (Schindler *et al.*, 2003). Sin embargo, estos no son los únicos factores que regulan la presencia de libélulas en un ambiente dado sino también su capacidad de dispersión, su fenología, el riesgo de depredación al cual pueden estar expuestas, entre otros (Harabiš & Dolný, 2010).

Los adultos presentan una estrecha relación con la vegetación, puesto que les provee lugares de descanso, termorregulación, alimentación, reproducción y protección frente a condiciones atmosféricas adversas (Remsburg & Turner, 2009). Por ejemplo, las hembras de algunas especies copularán con machos que cuiden territorios que posean los sustratos que requieran para oviponer (Monteiro-Júnior *et al.*, 2015) y la disponibilidad de estos podría variar según la vegetación circundante.

La cantidad de luz incidente en un ambiente dado también juega un rol importante en la elección de microhábitats por parte de las especies (Calvão *et al.*, 2018), ya que su capacidad termorreguladora se ve influenciada por su tamaño corporal y su comportamiento (Corbet, 1980). Según Corbet (1962), los odonatos pueden ser clasificados basándose en sus medios de termorregulación en: 1) *Fliers*, mantienen un alto calor corporal debido a que andan en constante vuelo y 2) *Perchers*, generalmente se mantienen posadas y realizan vuelos breves. A las primeras, se les considera como organismos endotérmicos y a los segundos, heliotérmicos (Calvão *et al.*, 2013). Por otro lado, debido a que generalmente presentan un menor tamaño corporal, se espera encontrar una mayor cantidad de especies de *Zygoptera* en ambientes con sombra en regiones tropicales (Klein *et al.*, 2018).

Finalmente, la capacidad de dispersión de los odonatos condicionaría su presencia en un determinado ambiente. Esta se incrementa con el tamaño del individuo (Juen & De Marco, 2011), puesto que se encuentra relacionada con la cantidad de grasa almacenada (May & Matthews, 2008). Por ello, se considera que los zigópteros se dispersan menos que los anisópteros (Brasil *et al.*, 2018). Sin embargo, el carácter del tamaño corporal no se encuentra distribuido uniformemente entre ambos subórdenes (Juen & De Marco, 2011). Por otro lado, se ha encontrado que las especies con requerimientos de hábitats específicos presentan menor capacidad de dispersión que especies generalistas (Harabiš & Dolný, 2011).

2.3. Características de los sistemas acuáticos evaluados

2.3.1. Pozos de agua en aguajales

Los aguajales son pantanos en los que predomina las palmeras de la especie *Mauritia flexuosa* (Gilmore *et al.*, 2013). Estos suelen encontrarse presentes en depresiones en terrazas aluviales (Thieme *et al.*, 2017). En este tipo de sistemas, se forman turbas ricas en materia orgánica con suelos ácidos y oscuros (Janovec *et al.*, 2013), lo que ocasiona que las aguas que efluyen de ellos sean consideradas aguas negras (Janovec *et al.*, 2013). Estas se caracterizan por un alto contenido orgánico, bajo contenido iónico, bajo potencial de hidrógeno y una alta conductividad (Sioli, 1968). Asimismo, aparentemente reciben poca influencia del río principal de la cuenca donde se encuentren (Thieme *et al.*, 2007). Por ende, es de esperar que los estanques (ecosistemas lénticos) ubicados en las inmediaciones de un aguajal presenten estas características físico-químicas en el agua.

2.3.2. Lagos de herradura

Los lagos de herradura son ambientes lénticos que se forman cuando un meandro se separa de un río principal (Janovec *et al.*, 2013), poseen niveles de pH que varían de 5,4 a 10,0, altos niveles de conductividad eléctrica y elevada productividad potencial (Maco-García, 2006). Terborgh & Davenport (2013) indican que pueden ser clasificados en tres estados básicos: fitoplancton, vegetación acuática sumergida y vegetación flotante. El lago de herradura “Cocha Lobos”, ubicado en la estación biológica Los Amigos, se encontraría

en el estado “fitoplancton”. Este se caracteriza por poseer alta productividad debido a la predominancia de fitoplancton frente a áreas con vegetación sumergida o flotante y por tener árboles festoneados con lianas al margen del lago (Terborgh & Davenport, 2013).

2.3.3. Quebradas de Tierra Firme

Walker (1987) menciona que existen dos riachuelos (tipo de ambiente lótico) en la Amazonía: arroyos de agua negra y de agua clara. Los últimos provienen de agua drenada de latosoles incoloros por lo cual no recibe coloración, según el señalado autor. Estos serían los presentes en quebradas de tierra firme dentro de la estación biológica Los Amigos. Sin embargo, poco se conoce de las características fisicoquímicas que se presentan. No obstante, se conoce que ríos de agua clara que nacen en cordillera se caracterizan por poco material suspendido en sus aguas, altos valores de conductividad y potencial de hidrógeno con valores que varían entre 6,2 y 8,8 (Maco-García, 2006).

2.4. Los términos comunidad, ensamble y ensamblaje

El término *comunidad* posee distintas acepciones, las cuales varían según el autor (Fauth *et al.*, 1996; Sánchez-Rojas & Rojas-Martínez, 2007). Este hecho ocasionó que Fauth *et al.* (1996) delimitaran el uso de términos relacionados a las comunidades considerando la filogenia, geografía y uso de recursos. Dichos autores plantean que una comunidad es un conjunto de especies que se encuentran en un lugar y tiempo dado; un ensamblaje, «un grupo de individuos relacionados filogenéticamente dentro de una comunidad» y un ensamble, un «grupo filogenéticamente definido que usa un similar conjunto de recursos dentro de una comunidad». Por ello, el término ensamblaje es el utilizado en el manuscrito.

III. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

El presente estudio se desarrolló en la estación biológica Los Amigos (EBLA), ubicada en Madre de Dios, durante el año 2018. Esta se encuentra localizada en la confluencia de los ríos Los Amigos y Madre de Dios (Niemack *et al.*, 2012), cuenta con una extensión aproximada de 5 km² (von May *et al.*, 2008) y su rango altitudinal varía entre los 225 y los 296 m s.n.m. (Niemack *et al.*, 2012). La región que alberga la estación es clasificada como Bosque Húmedo Tropical según las zonas de vida de Holdridge (Chambi-Pacompía, 2017). La época con mayor precipitación (hasta 600 mm por mes) se presenta entre enero y marzo (Aucahuasi–Almidón, 2019) y la de menor precipitación – menos de 100 mm por mes (von May *et al.*, 2008) –, entre junio y septiembre (Thieme *et al.*, 2007). Los meses de evaluación, mayo y octubre, se encuentran comprendidos en otoño y primavera (Aucahuasi–Almidón, 2019).

La estación presenta dos tipos de bosques principalmente (Tobler *et al.*, 2013): Bosque de tierra firme y llanura inundable. Además, es posible distinguir áreas con vegetación ribereña (Martel & Cairampoma, 2012), parches de bambú y de aguaje (von May *et al.*, 2008). El muestreo de odonatos se llevó a cabo en un arroyo (un punto de evaluación en bosque de tierra firme y otro en bosque de sucesión primaria), en un pozo de aguas negras ubicado en un aguajal (tres puntos de evaluación) y un lago de herradura en bosque maduro (cuatro puntos de muestreo), ver Figura 1.

3.2. Medición de variables

Los datos se obtuvieron en los meses de mayo y octubre de 2018. Se tomaron valores de los siguientes parámetros ambientales para su posterior análisis (Anexo 1 y 2): temperatura máxima diaria, precipitación diaria acumulada, porcentaje de nubosidad e insolación

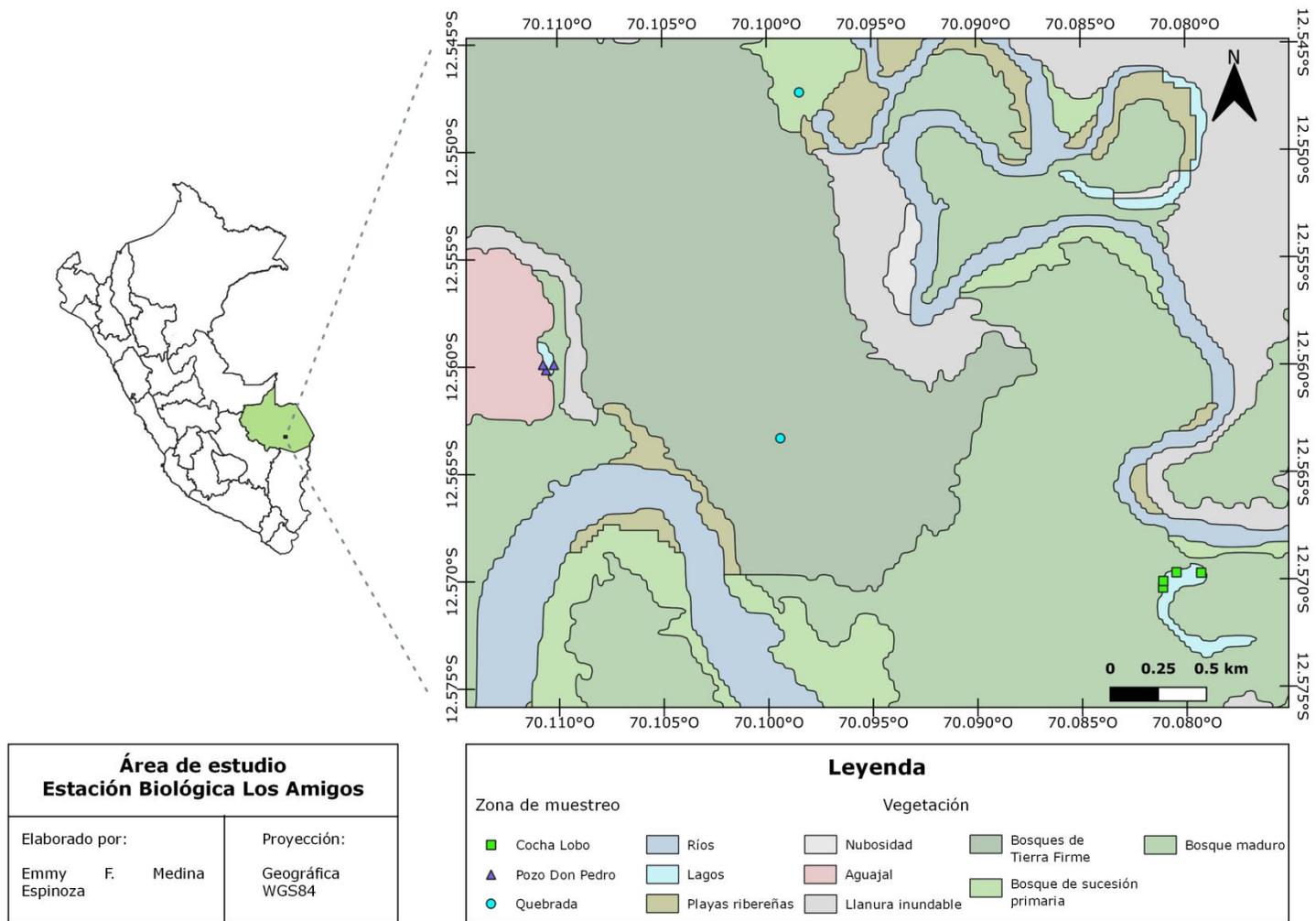


Figura 1. Zonas de muestreo dentro de la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios).

(variable cualitativa: el lugar se encuentra bajo sombra o sol). Los dos primeros se midieron en la estación biológica; mientras que los restantes al momento de la evaluación. Los ambientes donde se llevó a cabo el muestreo, unidades de comparación, fueron dos cuerpos de agua lénticos (una laguna de agua negra y un lago de herradura) y un sistema lótico. Dentro de ellos, se establecieron zonas de muestreo (unidades de evaluación) con el fin de abarcar la mayor heterogeneidad espacial (tres en la laguna de agua negra “Don Pedro”, cuatro en el lago de herradura “Cocha Lobos” y dos en la quebrada, ver Figura 1); cada uno evaluado en tres oportunidades en cada mes de muestreo (Anexo 1 y 2). La vegetación presente en estas zonas de muestreo se describe en la Tabla 1 y se representa en las Figuras 5, 3 y 4. Debido a que los odonatos son animales con alta movilidad, se consideró una distancia mínima de 20 metros entre las unidades de evaluación con el fin de evitar la pseudoreplicación, siguiendo lo recomendado por Opper (2005). Las distancias entre las zonas de muestreo dentro de cada ambiente se presentan en el Anexo 3.

3.3. Captura de individuos

Se empleó redes entomológicas para la captura manual de los individuos adultos. Se establecieron transectos con una longitud de 40 m en los dos puntos ubicados en la quebrada. Se caminó a lo largo de estos durante 30 min capturando los odonatos adultos que se encontraban (Figura 5a). En el caso de los sistemas lénticos, se utilizaron transectos de 10 m por 15 min uno por unidad de evaluación (Figura 5b). Los especímenes capturados fueron almacenados en sobres de papel Glassine para ser transportados hasta el departamento de Entomología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para su determinación con la ayuda de claves taxonómicas, como las proporcionadas en Garrison *et al.* (2006, 2010), entre otras. El periodo de evaluación fue desde las 11:00 hasta las 14:00 horas.

3.4. Tratamientos de datos

Se elaboró un listado de las especies presentes por localidad y por mes de muestreo para conocer el ensamblaje adulto de especies del orden Odonata por ambiente. Sumado a ello, se realizaron diagramas de cajas con el paquete “Plotly” del *software* R, utilizando las abundancias de los taxones encontrados en cada localidad, con la finalidad de analizar

descriptivamente la dispersión de los datos obtenidos por cada mes de evaluación. Posteriormente, se utilizó el estimador no paramétrico *Jackknife* de primer orden con el fin de conocer la riqueza esperada por localidad en cada mes de muestreo. Para ello, se utilizó el paquete “SPECIES” del *software* R considerando un nivel de confianza de 0,95. En adición, se graficaron curvas de acumulación de especies para las localidades evaluadas en mayo y octubre con el fin de conocer si se obtuvo un muestreo representativo y comparable entre las distintas zonas debido a las diferencias metodológicas en la toma de datos. Con ese fin, se emplearon los números de Hill haciendo uso del paquete “iNEXT” del *Software* R.

Se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) utilizando el índice de similitud Bray Curtis y el paquete “Vegan” del *Software* R con el objetivo de visualizar el nivel de similitud entre las localidades, se utilizó la abundancia por especies por mes de evaluación. Para probar si los grupos formados presentaron diferencias estadísticamente significativas, se realizó el análisis de varianza permutacional utilizando también el índice Bray Curtis (PERMANOVA). Adicionalmente, se realizó un modelo generalizado lineal mixto con el fin de determinar si la abundancia de libélulas (variable dependiente) se ve influenciada por los parámetros ambientales (variables independientes), se consideró como factores aleatorios a la especie y al mes de muestreo y se utilizó la familia Poisson, al tratarse de conteos. Se analizó también la correlación de Pearson de las variables independientes. Después, se computó el modelo con las variables independientes por separado y luego de manera conjunta. Se seleccionó el modelo con menor valor AIC. Finalmente, se comparó descriptivamente la estructura del ensamblaje de libélulas presentes en los ambientes acuáticos realizando curvas de rango-abundancia por cada localidad en cada mes de muestreo evaluado. Estas fueron obtenidas con el paquete “BiodiversityR” del *software* R.

Tabla 1: Descripción de las zonas de muestreo por localidad evaluada en la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios).

Ambiente	Localidad	Zona de muestreo	Latitud	Longitud	Descripción
Lótico	Quebrada	P1	-12° 32' 50"	-70° 5' 54"	Terraza alta disectada, cauce promedio de 5m, sin copa de árboles cubriendo la quebrada, presencia de plantas del orden Alismatales y zonas arbustivas en los márgenes.
		P2	-12° 33' 48"	-70° 5' 58"	Terraza, cauce promedio de 1,5m; copa de árboles cubriendo la quebrada.
Léntico	Cocha Lobos	P1	-12° 34' 13"	-70° 4' 52"	Zona alledaña al bosque, vegetación de porte arbustivo.
		P2	-12° 34' 12"	-70° 4' 52"	Zona alledaña al bosque, presencia de plantas del orden Zingiberales rodeada de arbustos.
	P3	-12° 34' 11"	-70° 4' 50"	Zona dominada por plantas de las familias Poaceae y Cyperaceae y con algunos helechos herbáceos.	
	P4	-12° 34' 11"	-70° 4' 46"	Zona de vegetación arbustiva entre zona de herbáceas, presencia de material vegetal en el agua y ramas secas.	
Léntico	Pozo Don Pedro	P1	-12° 33' 37"	-70° 6' 38"	Zona dominada por plantas de las familias Poaceae y Cyperaceae y con algunos helechos herbáceos.
		P2	-12° 33' 36"	-70° 6' 39"	Zona alledaña al aguajal, rodeada de <i>Mauritia flexuosa</i> , con presencia de neumatóforos y frutos en el agua.
		P3	-12° 33' 36"	-70° 6' 37"	Zona compuesta por plantas de porte arbustivo y Poaceae/Cyperaceae.



Figura 2. Zonas de muestreo en la quebrada evaluada en la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios): Punto 1 en mayo (a) y octubre (b) y Punto 2 en mayo (c) y octubre (d).

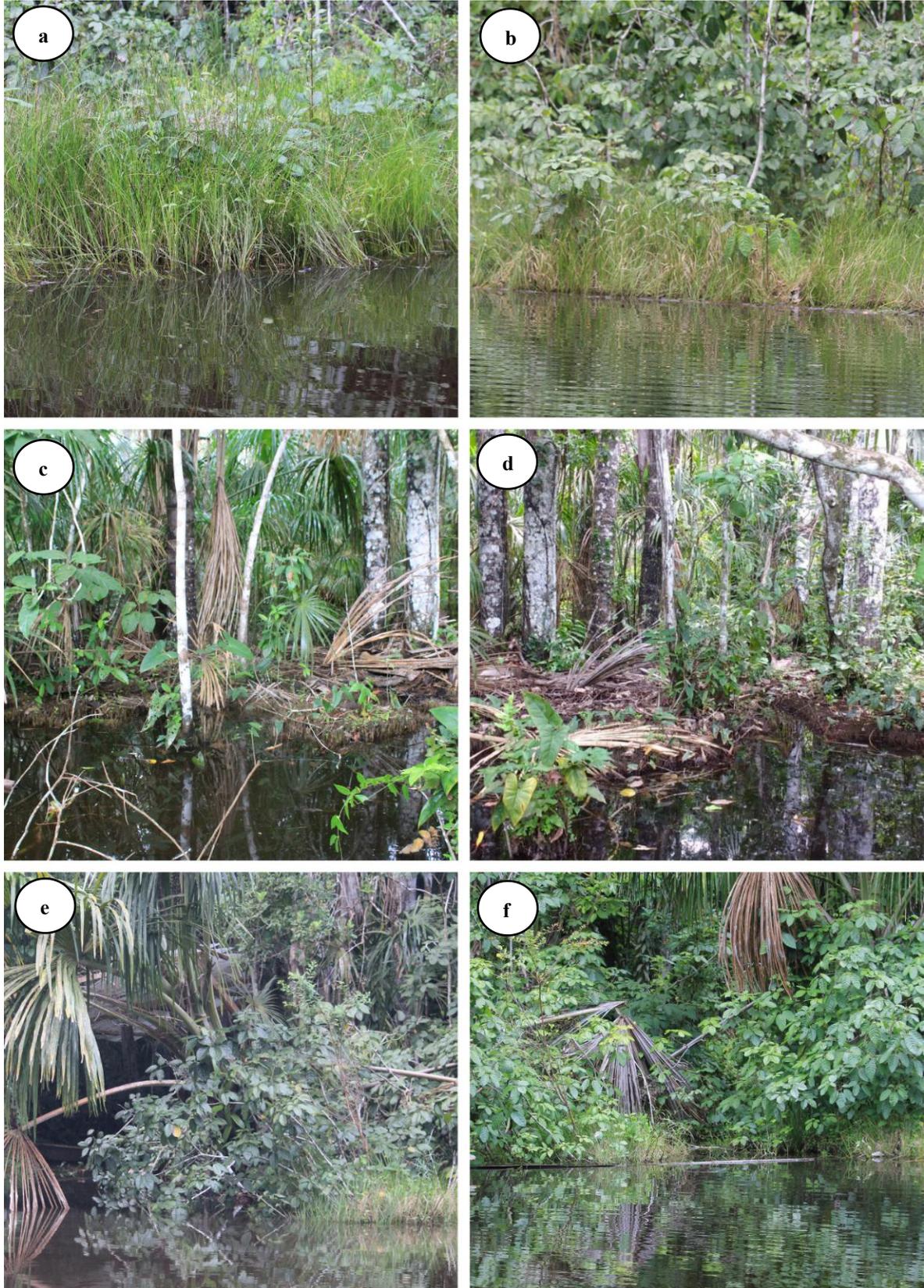


Figura 3. Zonas de muestreo en Pozo Don Pedro en la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios): Punto 1 en mayo (a) y octubre (b), Punto 2 en mayo (c) y octubre (d) y Punto 3 en mayo (e) y octubre (f).

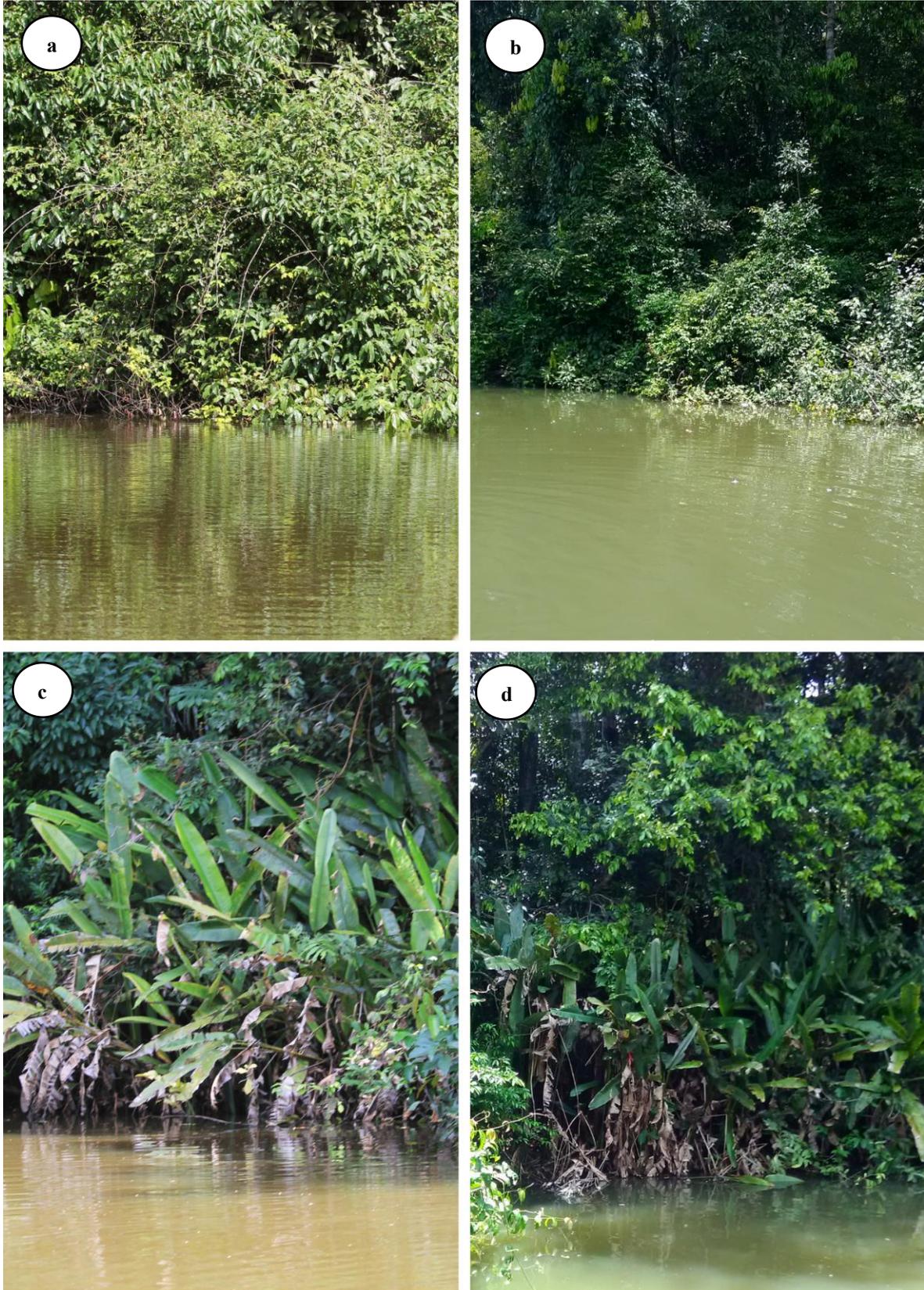
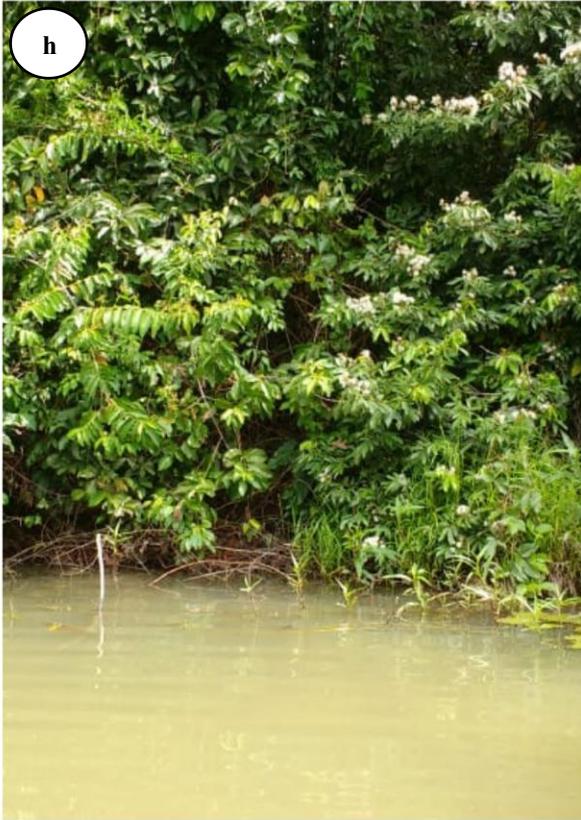
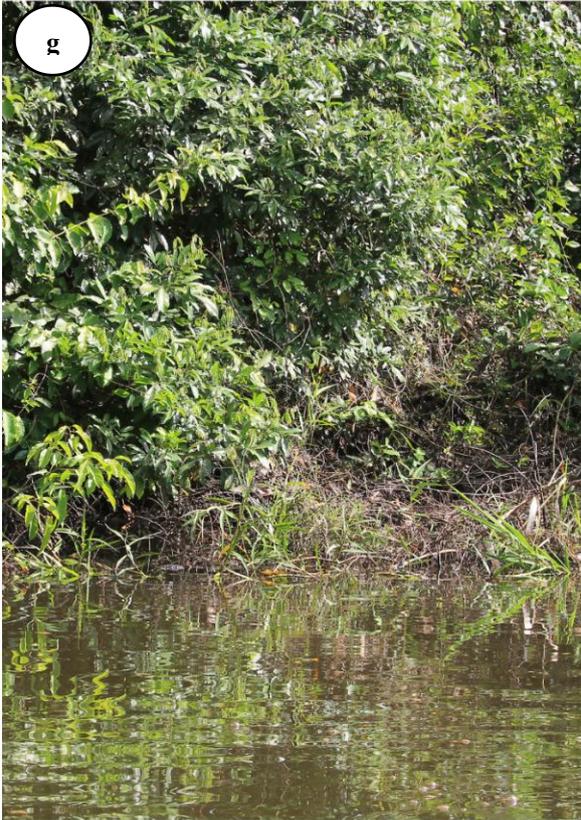


Figura 4. Zonas de muestreo en Cocha Lobos en la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios): Punto 1 en mayo (a) y octubre (b), Punto 2 en mayo (c) y octubre (d), Punto 3 en mayo (e) y octubre (f) y Punto 4 en mayo (g) y octubre (h).

Continuación...



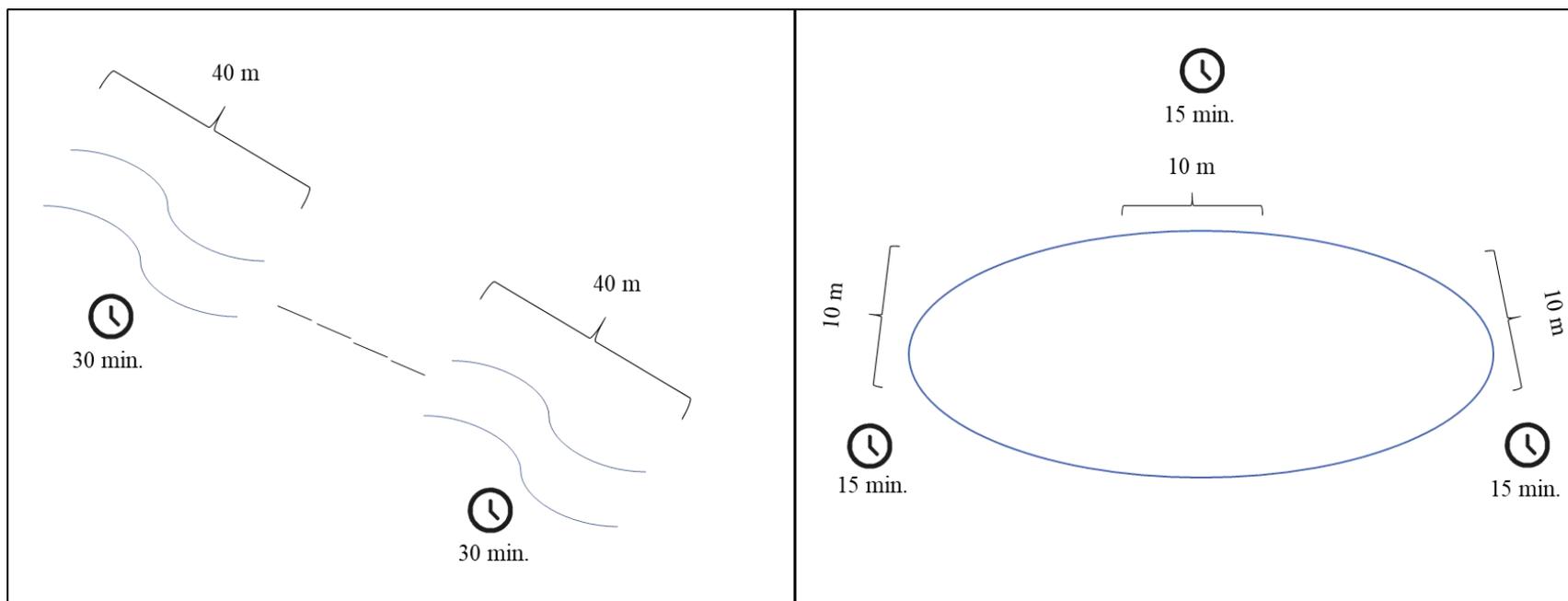


Figura 5. Diseño de muestreo en la quebrada (a) y en los lagos (b) evaluados en el estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Diversidad específica de odonatos por localidad

Se registró un total de 46 especies (distribuidos en 25 géneros y seis familias). La familia con el mayor número de estas fue Libellulidae (25), seguido de Coenagrionidae (17); el resto de las familias solo presentaron una cada una. Los géneros con mayor riqueza específica fueron *Acanthagrion* (5), *Telebasis* (5), *Micrathyria* (4) *Erythemis* (3), *Erythrodiplax* (3) y *Perithemis* (3) (Tabla 2).

Se encontraron 43 y 29 especies en mayo y octubre, respectivamente. El listado de las especies encontradas por localidad en cada mes de muestreo se presenta en la Tabla 2. En dicha tabla, es posible observar que en el mes de mayo se registró más del doble de individuos que los reportados en octubre para cada uno de los sitios de captura. Adicionalmente, en ambos meses, Cocha Lobos presentó la mayor abundancia de libélulas (222 en mayo y 94 en octubre); mientras que la quebrada, la menor (86 en mayo y 29 en octubre). Sin embargo, al evaluar descriptivamente la variabilidad de los datos mediante el uso de diagramas de cajas, no se observaron diferencias entre los lugares de captura debido a que los mismos se sobreponen (Figura 6). No obstante, destaca que en mayo se alcanzó valores de abundancia mayores a 10 individuos por especie en todas las localidades, en contraste con octubre, donde solo ocurrió en Cocha Lobos. En adición, se obtuvieron valores extremos en Cocha Lobos en ambos meses de evaluación; en la quebrada, en mayo y en Pozo Don Pedro, en octubre.

La riqueza observada de especies fue menor a la esperada al utilizar el estimador no paramétrico Jackknife de primer orden, encontrándose cercana al límite inferior calculado, en todos los sitios y en ambos meses de evaluación (Tabla 3). Además de ello, en Cocha Lobos, se reportó el mayor número de especies observadas y estimadas tanto para mayo

Tabla 2: Abundancia de libélulas por localidad evaluada en la Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios).

Clasificación taxonómica				Cocha Lobos		Pozo Don Pedro		Quebrada		
Suborden	Familia	Género	Especie	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	
Anisoptera	Gomphidae	<i>Aphylla</i>	<i>Aphylla</i> sp.	1						
		<i>Argyrothemis</i>	<i>Argyrothemis argentea</i> Ris, 1909						3	
		<i>Brachymesia</i>	<i>Brachymesia herbida</i> (Gundlach, 1889)	1						
		<i>Dasythemis</i>	<i>Dasythemis esmeralda</i> Ris, 1910					12	6	
	Libellulidae			<i>Erythemis</i> cf. <i>credula</i>			2	5		
			<i>Erythemis</i>	<i>Erythemis peruviana</i> (Rambur, 1842)			3	1		
				<i>Erythemis</i> sp.	13	1	1	1		
				<i>Erythrodiplax fusca</i> (Rambur, 1842)	6		4			
			<i>Erythrodiplax</i>	<i>Erythrodiplax lativittata</i> Borror, 1942	10		12	2		
				<i>Erythrodiplax tenuis</i> Borror, 1942	2	2	16	2		
			<i>Fylgia</i>	<i>Fylgia amazonica lychnitina</i> De Marmels, 1989			1			1
			<i>Miathyria</i>	<i>Miathyria simplex</i> (Rambur, 1842)	6	2	2	2		

Continuación...

Clasificación taxonómica				Cocha Lobos		Pozo Don Pedro		Quebrada	
Suborden	Familia	Género	Especie	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre
			<i>Micrathyria eximia</i> Kirby, 1897		1		1		
		<i>Micrathyria</i>	<i>Micrathyria cf. occipita</i> ^a	2					
			<i>Micrathyria occipita</i> Westfall, 1992	5	6	1	1		
			<i>Micrathyria tibialis</i> Kirby, 1987	3					
		<i>Nephepeltia</i>	<i>Nephepeltia flavifrons</i> (Karsch, 1889)	3		1			
			<i>Nephepeltia leonardina</i> Rácenis, 1953	2					
Anisoptera	Libellulidae	<i>Oligoclada</i>	<i>Oligoclada pachystigma</i> Karsch, 1890	42	18				
		<i>Orthemis</i>	<i>Orthemis biolleyi</i> Calvert, 1906					5	
			<i>Orthemis cultriformis</i> Calvert, 1899						2
			<i>Perithemis lais</i> (Perty, 1834)	53	33	8	1		
		<i>Perithemis</i>	<i>Perithemis parzefalli</i> Hoffmann, 1991	23	12				
			<i>Perithemis rubita</i> Dunkle, 1982	5					

Continuación...

Clasificación taxonómica				Cocha Lobos		Pozo Don Pedro		Quebrada	
Suborden	Familia	Género	Especie	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre
Anisoptera	Libellulidae	<i>Tauriphila</i>	<i>Tauriphila argo</i> (Hagen, 1869)	12	5	7	9		
		<i>Zenithoptera</i>	<i>Zenithoptera lanei</i> Santos, 1941		2	13	7		
	Calopterygidae	<i>Mnesarete</i>	<i>Mnesarete devillei</i> (Selys, 1880)					10	
			<i>Acanthagrion aepiolum</i> Tennessen, 2004	3	3				
			<i>Acanthagrion apicale</i> Selys, 1876			5			
		<i>Acanthagrion</i>	<i>Acanthagrion cf. ascendens</i>	1			1		
			<i>Acanthagrion cuyabae</i> Calvert, 1909	5	1	1			
Zygoptera	Coenagrionidae		<i>Acanthagrion obsoletum</i> (Föster, 1914)					9	6
			<i>Argia collata</i> Selys, 1865					5	
		<i>Argia</i>	<i>Argia cf. gerhardi</i> ^a					1	
		<i>Drepanoneura</i>	<i>Drepanoneura</i> sp.					1	2
		<i>Epipleoneura</i>	<i>Epipleoneura humeralis</i> (Selys, 1886)	4	3				

Continuación...

Clasificación taxonómica				Cocha Lobos		Pozo Don Pedro		Quebrada	
Suborden	Familia	Género	Especie	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre
		<i>Epipleoneura</i>	<i>Epipleoneura pallida</i> Rácenis, 1960						6
		<i>Protoneura</i>	<i>Protoneura paucinervis</i> Selys, 1886	6	4				
		<i>Psaironeura</i>	<i>Psaironeura tenuissima</i> (Selys, 1886)					24	
	Coenagrionidae		<i>Telebasis corbeti</i> Garrison, 2009				1	2	
			<i>Telebasis dunklei</i> Bick y Bick, 1995	1					
Zygoptera		<i>Telebasis</i>	<i>Telebasis griffinii</i> (Martin, 1896)	3	1	1			
			<i>Telebasis obsoleta</i> (Selys, 1876)	1					
			<i>Telebasis rubricauda</i> Bick & Bick, 1995	9			3		
	Heteragrionidae	<i>Heteragrion</i>	<i>Heteragrion inca</i> Calvert, 1909					6	1
	Polythoridae	<i>Chalcopteryx</i>	<i>Chalcopteryx rutilans</i> (Rambur, 1842)					9	4
Total				222	94	78	37	86	29

^a “cf.” hace referencia a *confer* (confróntese con) e indica que se debe revisar los especímenes con más detenimiento para arribar a su determinación taxonómica.

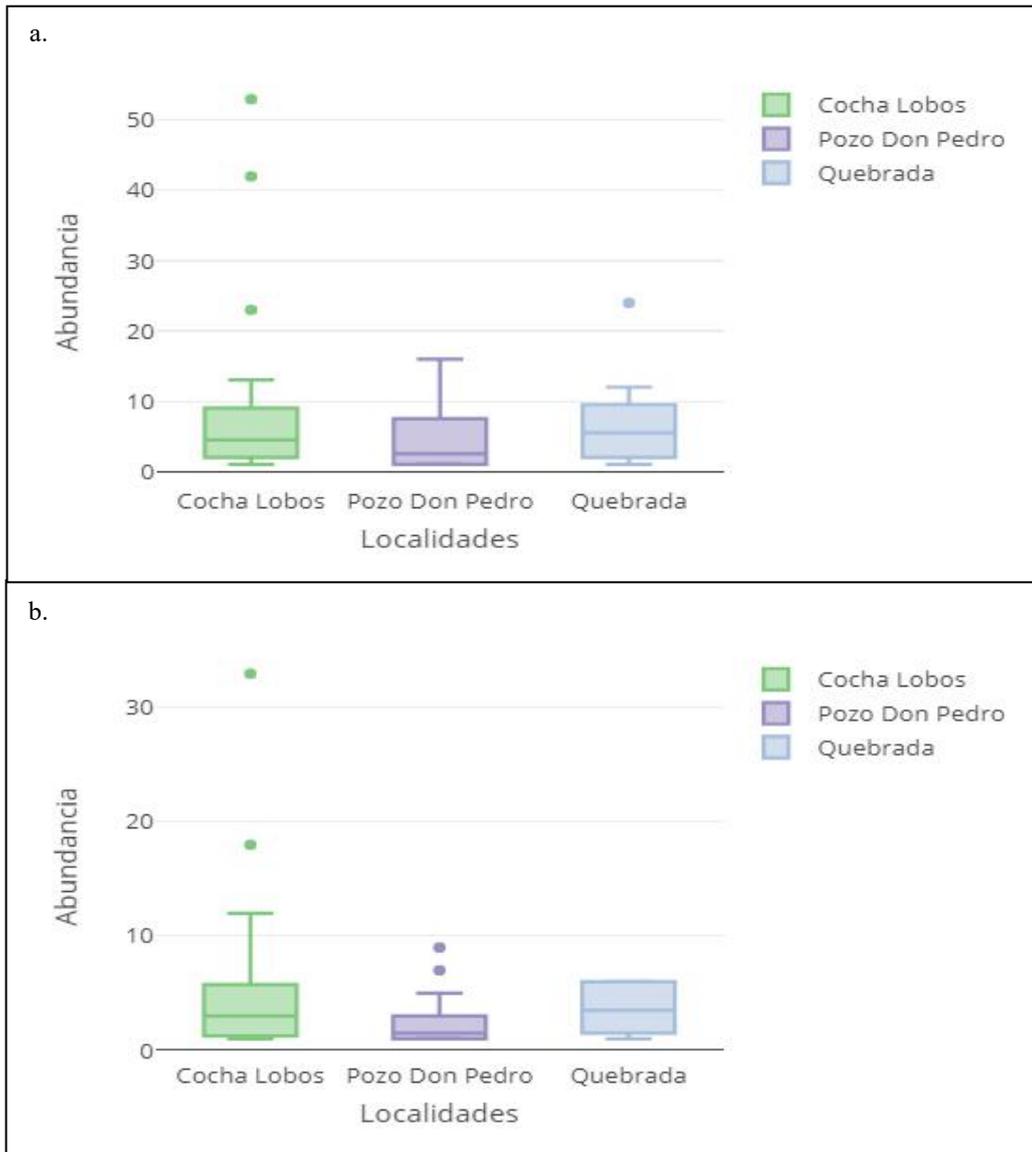


Figura 6. Diagramas de caja de las abundancias de las especies encontradas en las localidades de muestreo para los meses de mayo (a) y octubre (b).

como para octubre y en la quebrada, el menor. Al comparar los valores obtenidos en ambos meses, se encontró poca variación, a excepción de Cocha Lobos, donde en mayo se registró 11 y 12 especies más de las observadas y estimadas que para octubre, respectivamente.

El esfuerzo de muestreo obtenido al usar estimador Jackknife de primer orden fue mayor o igual a 80 % en Cocha Lobos en mayo y en la quebrada en ambos meses de evaluación, y menor a este valor en Pozo Don Pedro y en Cocha Lobos en octubre (Tabla 3). Sin embargo, al evaluar la completitud de la muestra usando el estimador mencionado en Chao *et al.* (2014), todas las localidades alcanzaron porcentajes mayores a 80 % en los dos

meses (Figura 7). Asimismo, es posible notar que, en ambos meses de evaluación, Cocha Lobos obtuvo un mayor esfuerzo de muestreo y Pozo Don Pedro, el menor.

Tabla 3: Estimador de Jackknife de primer orden para las localidades evaluadas (Nivel de confianza = 0,95).

	Cocha Lobos		Pozo Don Pedro		Quebrada		
	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	Mayo	Octubre	
Número de especies	26	15	16	14	12	8	
Estimado de Jackknife	31	19	22	21	14	10	
Cobertura de muestreo (%)	84	79	73	67	86	80	
Error estándar	3,162	2,828	3,464	3,472	2	2	
Desviación estándar	16,123	10,952	13,856	12,991	6,928	5,657	
Intervalo de Confianza	Límite inferior	25	13	15	14	10	6
	Límite superior	37	25	29	28	18	14

Se utilizaron los números de Hill para analizar la diversidad de especies (Figura 8). Al evaluar la riqueza específica ($q=0$), se observa que, en mayo, Cocha Lobos sería el lugar con mayor número de especies, seguido de Pozo Don Pedro y la quebrada; mientras que, en octubre, sería Pozo Don Pedro según lo extrapolado. Adicionalmente, al ponderar la diversidad de especies de acuerdo con su abundancia relativa ($q=1$; diversidad de Shannon), se puede observar un solapamiento entre todas las localidades en mayo. En cambio, para octubre, Pozo Don Pedro presenta mayor diversidad que los otros dos lugares y una tendencia a seguir incrementándose conforme lo hace el esfuerzo de muestreo. En caso las especies más abundantes sean las que mayor importancia reciban ($q=2$; diversidad de Simpson), se observa el mismo patrón que para $q=1$ en mayo, pero las especies más comunes tendrían mayor equidad en Pozo Don Pedro y la quebrada que en Cocha Lobos en octubre; sin embargo, los intervalos de confianza se superponen.

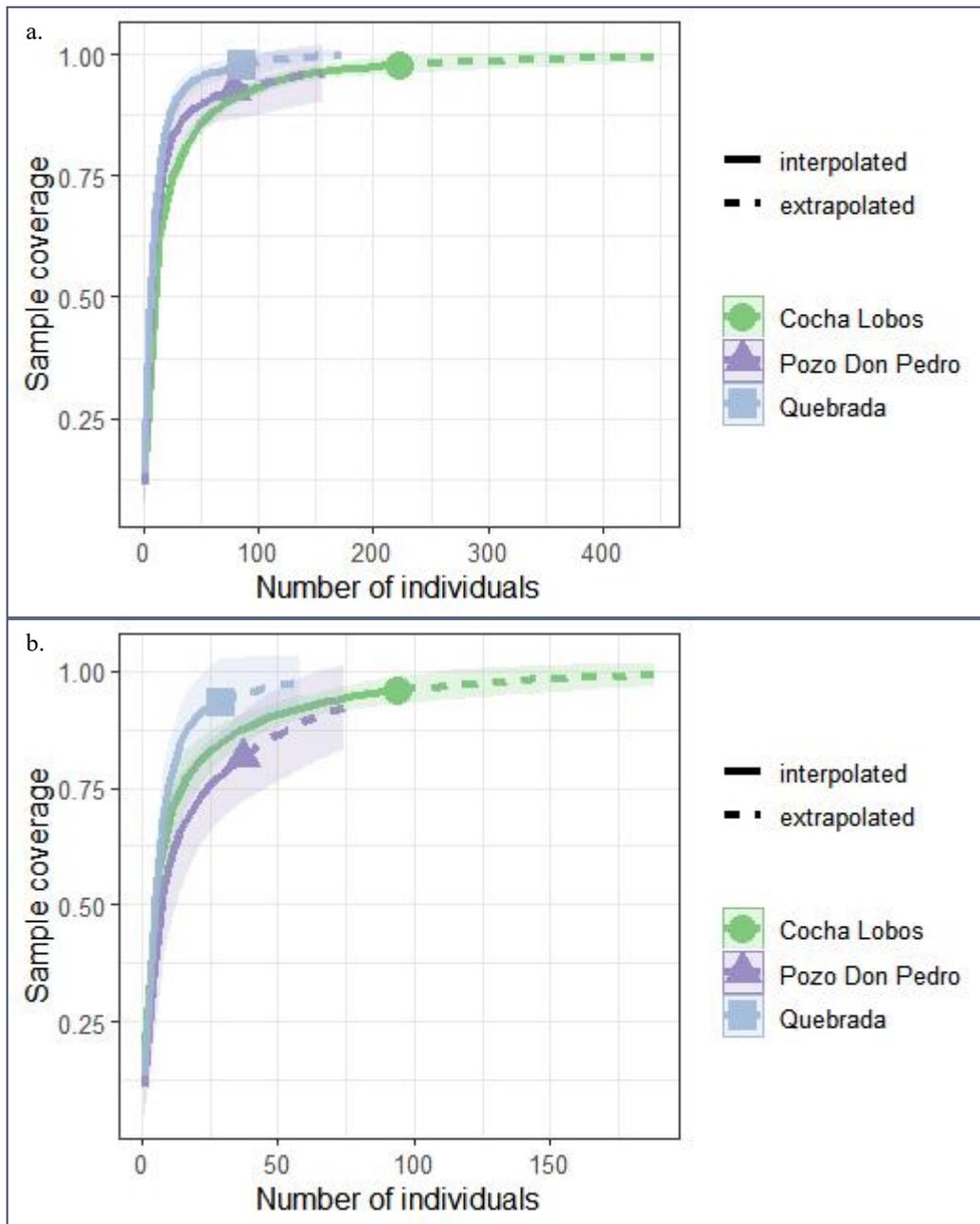


Figura 7. Cobertura de las muestras presentes en cada localidad de muestreo para los meses de mayo (a) y octubre (b).

4.1.2. Composición del ensamblaje de odonatos

Se analizó la similitud entre la composición de especies presentes en las tres localidades de manera descriptiva. En mayo y octubre, se encontró que la quebrada se separa de los otros dos ambientes, los que a su vez se superponen ligeramente (Figura 9), aunque se presentan diferencias en su composición. Para probar la hipótesis de que el ensamblaje de odonatos varía acorde el lugar, se realizó un análisis de varianza multivariado permutacional (PERMANOVA). Se encontró que los sitios de muestreo presentaban diferencias en mayo

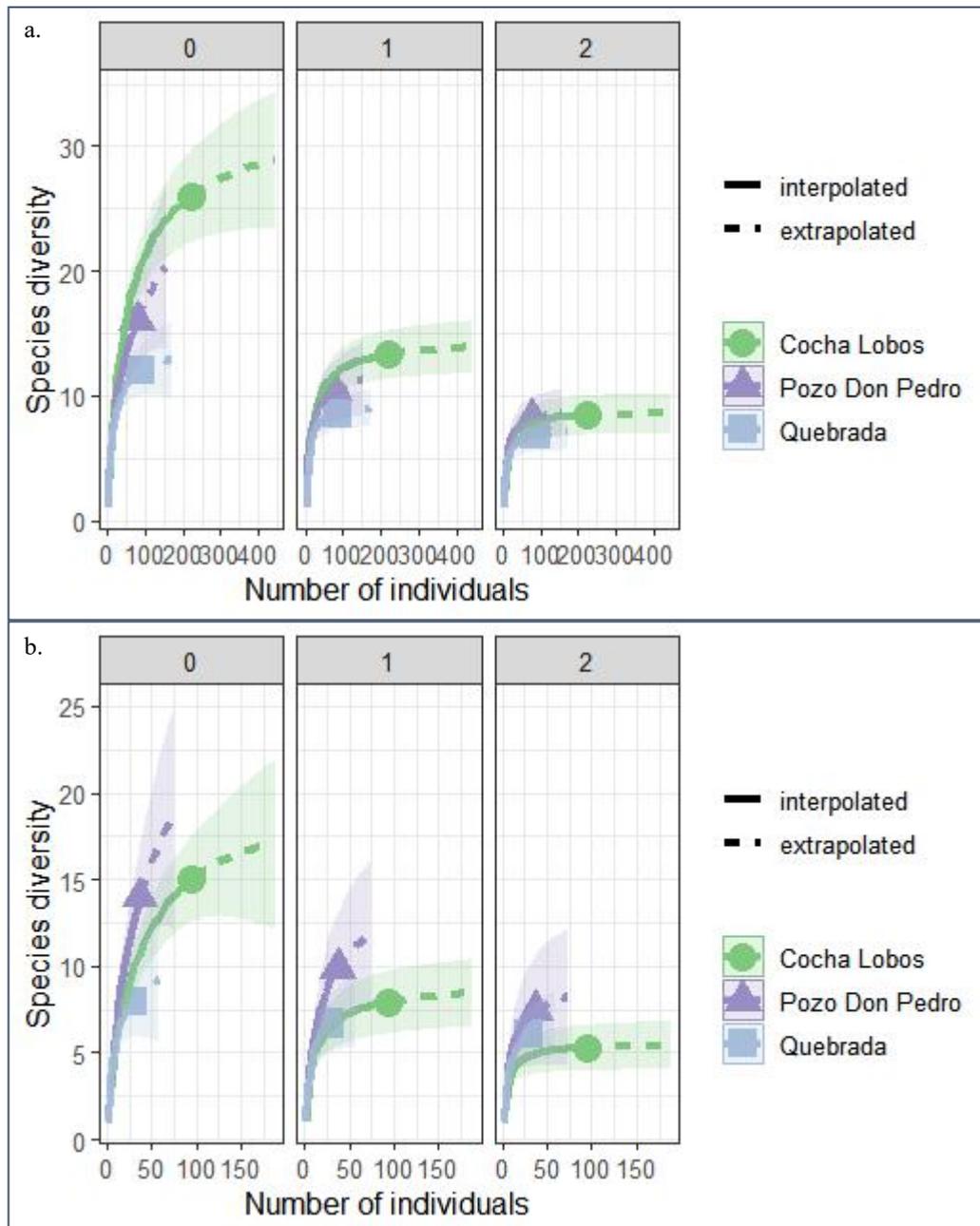


Figura 8. Curvas de acumulación de especies usando los números de Hill en cada localidad de muestreo para los meses de mayo (a) y octubre (b).

y octubre (Tabla 4 y 6). Al comparar por pares, se obtuvo que el ensamblaje de odonatos difiere entre todas ellas (Tabla 5 y 7).

Se analizó la correlación de la nubosidad, la temperatura y la precipitación, encontrándose que los dos últimos estaban correlacionados (Tabla 8). Se seleccionó a la temperatura como variable a incluir en el modelo debido a que, al ser temperatura máxima del día, es probable que se asemeje a la del momento del muestreo; mientras que la precipitación es el

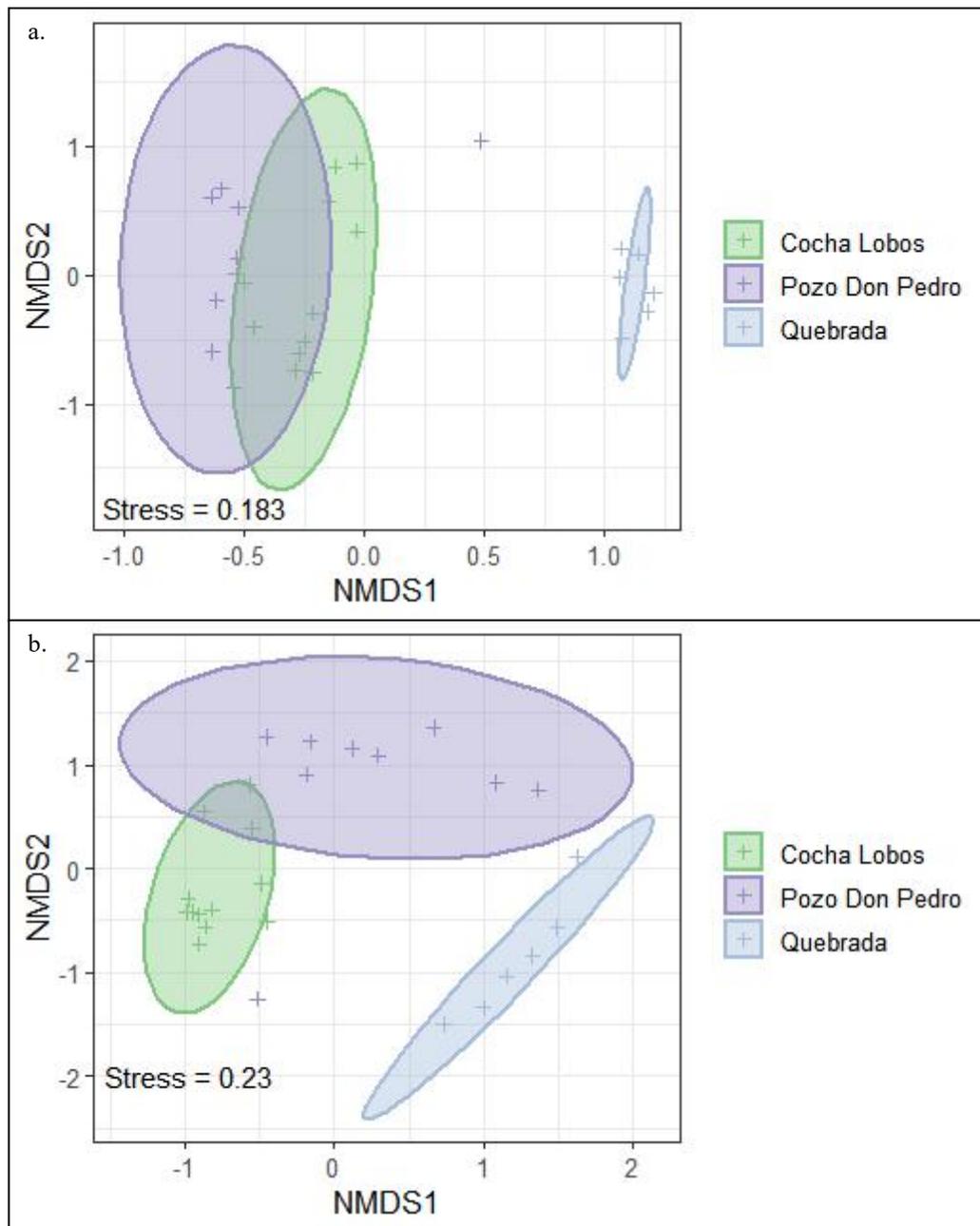


Figura 9. Análisis multidimensional no métrico para los ecosistemas evaluados para mayo (a) y octubre (b).

acumulado del día. Al realizar el modelo, se consideró como efectos aleatorios a las especies y al mes de evaluación y como efectos fijos a la temperatura y la nubosidad. Se halló que ninguno de estos tiene influencia sobre la abundancia de los odonatos (Tabla 9).

Se realizaron curvas de rango–abundancia de las especies encontradas en los lugares evaluados para analizar la estructura del ensamblaje de libélulas. En Cocha Lobos, en mayo, *Perithemis lais* y *Oligoclada pachystigma* dominaron el ensamblaje de libélulas en

Tabla 4: Análisis de varianza multivariado permutacional para el mes de mayo al considerar como factor a la localidad (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis).

Fórmula: Composición de especies ~ Localidad + Insolación					
	Df	Suma de cuadrados	R²	F	Pr(>F)
Localidad	2	3,196	0,319	5,258	0,001***
Insolación	1	0,220	0,022	0,723	0,722
Localidad:Insolación	2	0,531	0,503	0,873	0,601
Residual	20	6,079	0,606		
Total	25	10,025	1,000		

*** p< 0,001

Tabla 5: Comparación por pares entre localidades en el mes de mayo (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis; Método de corrección = Bonferroni).

Combinación	Suma de cuadrados	F	R²	Valor P	Valor P corregido
Cocha Lobos y Pozo Don Pedro	1,076	3,471	0,162	0,004	0,012*
Cocha Lobos y Quebrada	2,137	7,875	0,330	0,001	0,003**
Pozo Don Pedro y Quebrada	1,650	5,303	0,306	0,001	0,003**

*p<0,05 **p<0,01

término de abundancia relativa al presentar valores cercanos al 20 % cada una (Figura 10a). Adicionalmente, se observó que *Peritemis parzefalli* representó aproximadamente el 10 % de la abundancia total y los 23 taxones restantes se registraron en muy bajas proporciones.

En el caso de Pozo Don Pedro (Figura 10b), las especies más abundantes fueron *Erythrodiplax tenuis*, *Zenithoptera lanei* y *Erythrodiplax lativittata*. Sin embargo, al analizar las abundancias relativas, no se observó una marcada dominancia (a diferencia de Cocha Lobos), sino más bien que estas disminuían de manera gradual. Cabe mencionar que *Erythrodiplax tenuis* y *Erythrodiplax lativittata*, se encontraron también en Cocha Lobos

Tabla 6: Análisis de varianza multivariado permutacional para el mes de octubre al considerar como factor a la localidad (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis).

Fórmula: Composición de especies ~ Localidad + Insolación					
	Df	Suma de cuadrados	R²	F	Pr(>F)
Localidad	2	3,523	0,340	6,660	0,001 ***
Insolación	1	0,614	0,059	2,320	0,019*
Localidad:Insolación	2	0,680	0,066	1,285	0,157
Residual	21	5,554	0,536		
Total	26	10,370	1,000		

*p<0,05 ***p<0,001

Tabla 7: Comparación por pares entre localidades en el mes de octubre (Permutaciones = 999; Método = Bray Curtis; Método de corrección = Bonferroni).

Combinación	Suma de cuadrados	F	R²	Valor P	Valor P corregido
Cocha Lobos y Pozo Don Pedro	1,854	7,144	0,274	0,001	0,003**
Cocha Lobos y Quebrada	2,041	8,247	0,340	0,001	0,003**
Pozo Don Pedro y Quebrada	1,296	3,507	0,212	0,004	0,012*

*p<0,05 **p<0,01

Tabla 8: Coeficiente de correlación de Pearson.

	Nubosidad	Temperatura	Precipitación
Nubosidad	1	-0,106	0,187
Temperatura	-0,106	1	-0,78
Precipitación	0,187	-0,78	1

Tabla 9: Modelo generalizado lineal mixto (Familia = Poisson; Link = log).

Fórmula: Abundancia ~ Temperatura + Nubosidad + (1 Especie) + (1 Mes)				
AIC	BIC	LogLik	Desviación	df.resid
842,3	859,7	-416,2	832,3	234
Residuos escalados				
Mínimo	Primer Cuartil	Mediana	Tercer Cuartil	Máximo
-1,733	-0,594	-0,231	0,321	3,716
Efectos aleatorios				
Grupo	Número de grupos	Varianza	Desviación estándar	
Especie (Intercepto)	46	0,124	0,353	
Mes (Intercepto)	2	0,056	0,236	
Efectos fijos				
	Estimado	Error estándar	Valor z	Pr(> z)
Intercepto	0,821	0,620	1,324	0,186
Temperatura	-0,011	0,021	-0,492	0,622
Nubosidad	0,162	0,127	1,269	0,204
Correlación de efectos fijos				
	(Intr)	Tmprtr		
Temperatura	-0,952			
Nubosidad	-0,211	0,174		

(Figura 10a), pero en bajas proporciones. Por otro lado, *Perithemis lais* – la especie más abundante en Cocha Lobos – se registró en Pozo Don Pedro con una frecuencia menor al 10 % (Figura 10b). Otros taxones compartidos por estos dos ecosistemas lénticos en mayo fueron (Figura 10): *Acanthagrion cuyabae*, *Erythemis* sp., *Erythrodiplax fusca*, *Miathyria simplex*, *Micrathyria occipita*, *Nephepeltia flavifrons*, *Tauriphila argo*, *Telebasis griffini* y *Telebasis rubricauda* (capturado fuera del horario de evaluación en Pozo Don Pedro; 1♂, fecha: 1 de mayo del 2018, hora: 14:00–15:00). Respecto a la quebrada, esta presentó una especie muy dominante en términos de abundancia relativa en mayo (Figura 10c): *Psaironeura tenuissima*. Salvo esto, el ensamblaje de especies presenta una distribución similar a la de Pozo Don Pedro (Figura 10). Las especies registradas en mayo en la quebrada no se encuentran presentes en los otros sistemas acuáticos evaluados, con excepción de *Telebasis corbeti*, el cual fue encontrado en Pozo Don Pedro fuera del horario de evaluación (1♂, Fecha de captura: 11 de mayo del 2018, hora: 8:45–9:00). Igualmente, las siguientes especies no fueron registradas durante el muestreo en mayo: *Perithemis electra* (1♂, Lugar de captura: Cocha Lobos, fecha: 5 de mayo del 2018, hora: 8:00–16:00), *Acanthagrion phallicorne* (2♂ Lugar de captura: Cocha Lobos, fecha: 5 de mayo de 2018, hora: 8:00–16:00; 1♂ Lugar de captura: Cocha Lobos–P2, fecha: 9 de mayo de 2018, hora: 8:50–9:10), *Argia infumata* (1♂ Lugar de captura: Quebrada–P1, fecha: 7 de mayo de 2018, hora: 8:30–9:10; 2♂ Lugar de captura: Quebrada–P2, fecha: 7 de mayo de 2018, hora: 10:50–12:15), *Argia* cf. *indicatrix* (1♂ Lugar de captura: Quebrada–P1, fecha: 7 de mayo de 2018, hora: 8:30–9:10; 2♂ Lugar de captura: Quebrada–P1, fecha: 8 de mayo de 2018, hora: 10:50–11:30; 1♂ Lugar de captura: Quebrada–P1, fecha: 10 de mayo de 2018, hora: 9:00–9:30) y *Hetaerina* cf. *rosea* (1♂ 1♀ Lugar de captura: Quebrada–P1, fecha: 10 de mayo de 2018, hora: 10:00).

En octubre, en Cocha Lobos (Figura 11a), se encontró que las especies más abundantes en el ensamblaje de odonatos fueron las mismas que en mayo (Figura 10a); sin embargo, aunque *Oligoclada pachystigma* y *Perithemis parzefalli* presentaron proporciones similares en ambos meses, la frecuencia de *Perithemis lais* fue mayor en octubre (> 30 %, Figura 11a) que en mayo (entre 20 % y 30 %, Figura 10a). También es posible observar que, al igual que el mes anterior, los taxones restantes se presentaron en bajas proporciones (Figura 11a). Destaca que gran parte de las especies presentes en octubre (13 de 15) fueron registradas también en mayo (Tabla 2), estas fueron (exceptuando las ya mencionadas):

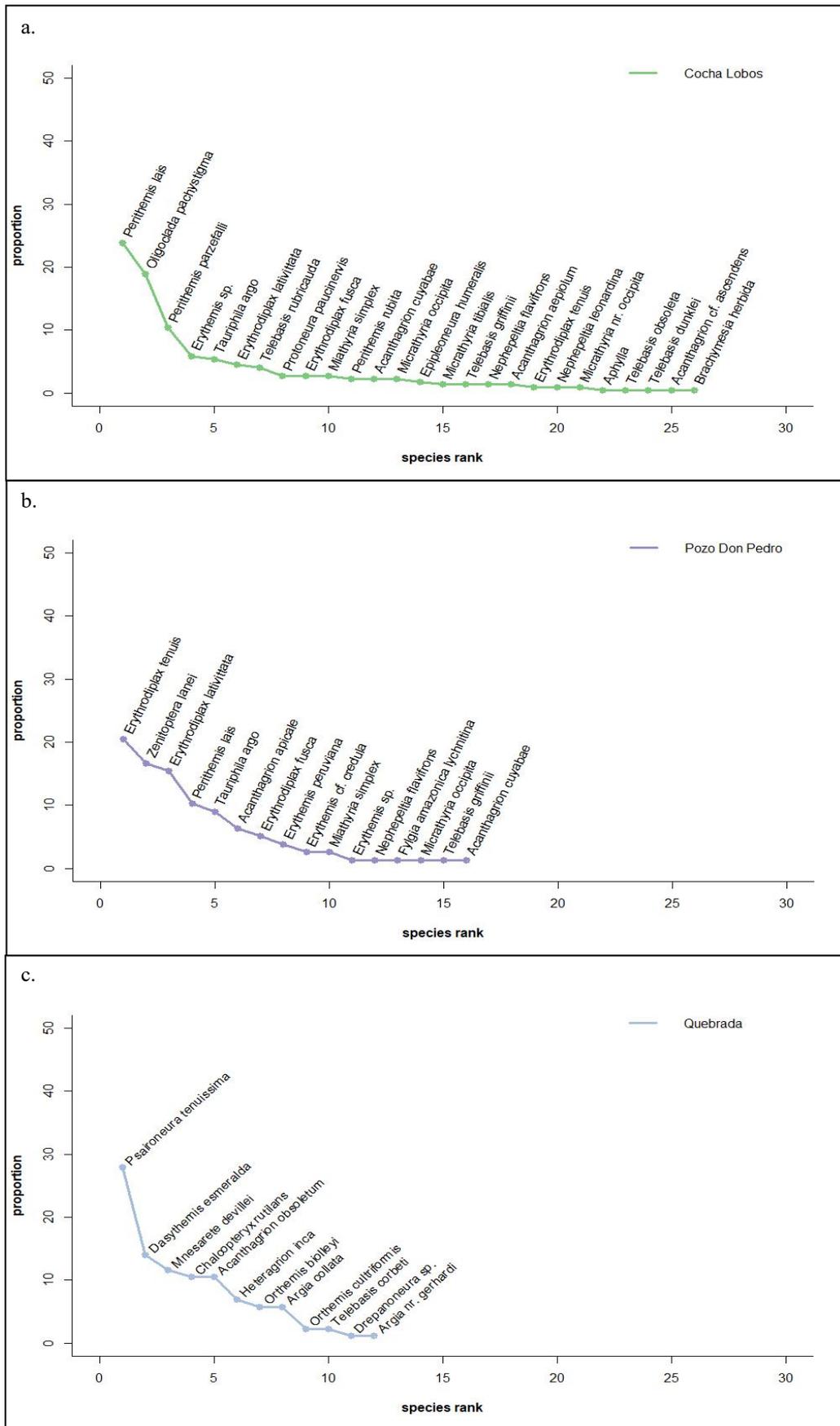


Figura 10. Curvas de rango-abundancia las localidades de muestreo en mayo.

Acanthagrion aepiolum, *Acanthagrion cuyabae*, *Epipleoneura humeralis*, *Erythemis* sp., *Erythrodiplax tenuis*, *Miathyria simplex*, *Micrathyria occipita*, *Protoneura paucinervis*, *Tauriphila argo* y *Telebasis griffini*. Adicionalmente, una especie fue encontrada fuera del horario de evaluación: *Telebasis rubricauda* (1♂ Lugar de captura: Cocha Lobos-P2, fecha: 3 de octubre de 2018, hora: 9:00–10:00).

Pozo Don Pedro presentó una similar estructura del ensamblaje de odonatos en ambos meses de evaluación (Figura 10b y Figura 11b). No obstante, las tres especies más abundantes en el mes de octubre fueron *Tauriphila argo*, *Zenithoptera lanei* y *Erythemis* cf. *credula* (Figura 11b). De estas, solo *Zenithoptera lanei* se presentó dentro de las más abundantes de mayo y en proporciones similares; mientras que *Tauriphila argo* y *Erythemis* cf. *credula* se encontraron en frecuencias menor a 10 % cada una en dicho mes (Figura 10b). Similarmente, *Erythrodiplax tenuis* y *Erythrodiplax lativittata*, de las especies con mayor abundancia relativa en mayo (Figura 10b), se reportaron con valores menores a 10 % en octubre (Figura 11b). Es posible observar también que 12 de los 14 taxones registrados en octubre se reportaron también en mayo (Tabla 2, los cuales se enlistan a continuación (salvo los ya nombrados): *Erythemis peruviana*, *Erythemis* sp., *Miathyria simplex*, *Micrathyria occipita*, *Perithemis lais*, *Telebasis rubricauda* y *Telebasis corbeti* (las dos últimas registradas fuera del horario de evaluación en mayo, como se mencionó anteriormente). Por otro lado, Pozo Don Pedro y Cocha Lobos comparten las siguientes especies en octubre (Tabla 2): *Erythemis* sp., *Erythrodiplax tenuis*, *Miathyria simplex*, *Micrathyria eximia*, *Micrathyria occipita*, *Perithemis lais*, *Tauriphila argo*, *Telebasis rubricauda* y *Zenithoptera lanei*. Es preciso señalar que *Micrathyria eximia* y *Zenithoptera lanei* no fueron compartidas en mayo por ambos sitios. En el caso de la primera, no se registró en dicho mes; mientras que la segunda, solo en Pozo Don Pedro. Adicionalmente, se observa que *Acanthagrion ascendens* fue registrada en Cocha Lobos en mayo y en Pozo Don Pedro en octubre.

Las especies más abundantes se encontraron en la misma proporción (20 %) en la quebrada en octubre y fueron *Dasythemis esmeralda*, *Epipleoneura pallida* y *Acanthagrion obsoletum* (Figura 11c); de ellas, solo *Epipleoneura pallida* no se registró en mayo (Figura 10c). Respecto a la más frecuente de mayo (Figura 10c), *Psaironeura tenuissima*, no se reportó durante el muestreo; sin embargo, fue capturado un macho en Quebrada-P1 (Fecha:

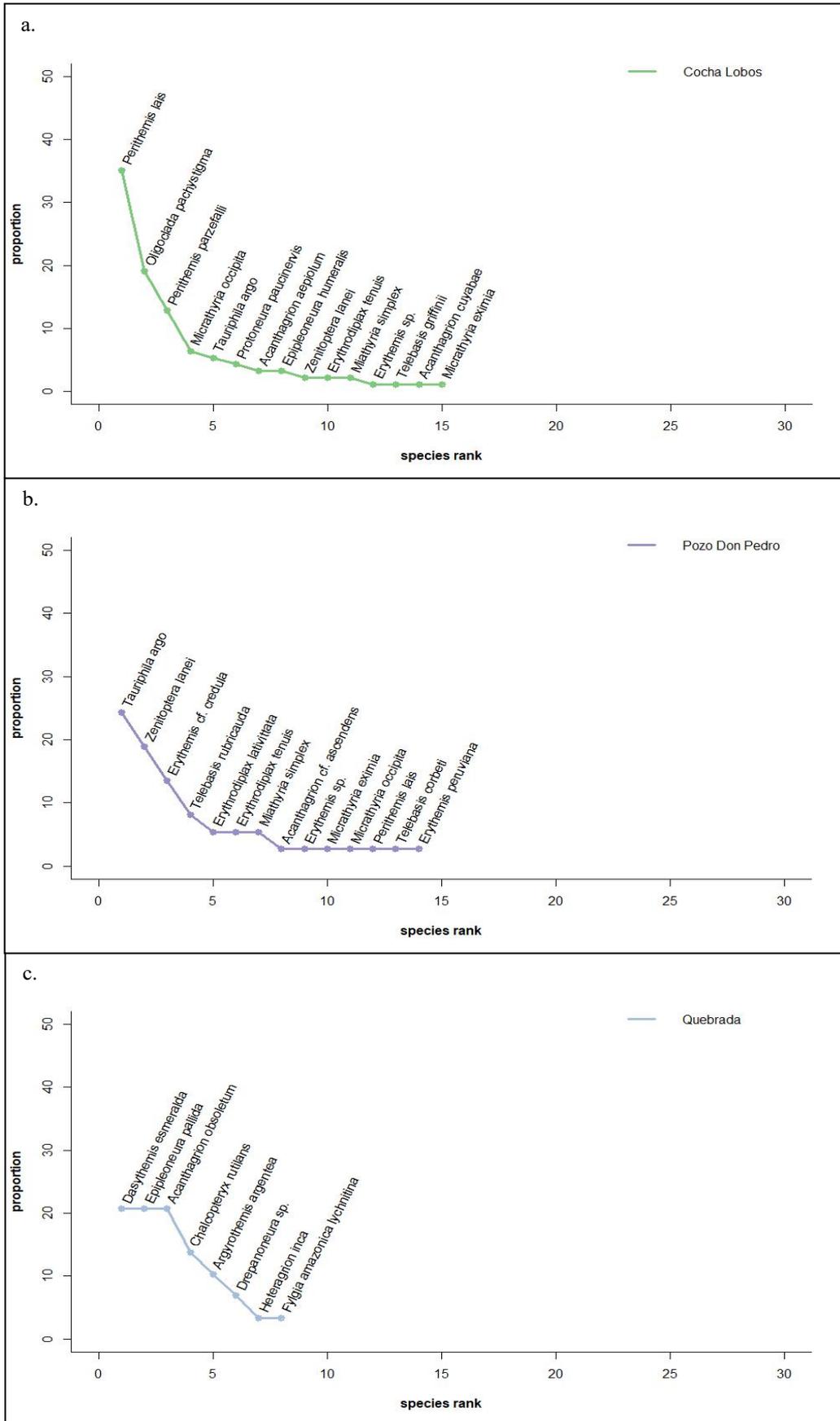


Figura 11. Curvas de rango-abundancia las localidades de muestreo en octubre.

10 de octubre de 2018, hora: 10:00–11:00). Otros taxones en la misma condición son: *Argia collata* (1♂ Lugar de captura: Quebrada–P1, fecha: 6 de octubre de 2018, hora: 8:30–9:30; 2♂ Lugar de captura: Quebrada–P2, fecha: 6 de octubre de 2018, hora: 9:00–10:00) y *Argia infumata* (1♀ Lugar de captura: Quebrada–P1, fecha: 6 de octubre de 2018, hora: 8:30–9:30; 1♂ Lugar de captura: Quebrada–P2, fecha: 6 de octubre de 2018, hora: 9:00–10:00; 2♂ Lugar de captura: Quebrada–P2, fecha: 10 de octubre de 2018, hora: 8:00–9:00). Las especies compartidas entre ambos meses son (Tabla 2): *Acanthagrion obsoletum*, *Argia collata*, *Argia infumata*, *Chalcopteryx rutilans*, *Dasythemis esmeralda*, *Drepanoneura* sp., *Psaironeura tenuissima*. Cabe resaltar que solo *Fylgia amazonica lychnitina* es la única especie de la quebrada registrada en octubre que ha sido reportada en otro cuerpo de agua evaluado (Pozo Don Pedro en mayo) (Tabla 2).

A modo de resumen e incluyendo los registros fuera del horario de evaluación, 14 y 11 especies fueron registradas únicamente en la quebrada en mayo y octubre, respectivamente. Este lugar solo compartió una especie con Pozo Don Pedro en mayo y otra en octubre y no compartió ninguna con Cocha Lobos. Pozo Don Pedro y Cocha Lobos compartieron 11 y siete especies en mayo y octubre, respectivamente. En el primero de ellos, cinco especies solo se registraron allí en mayo y siete, en octubre; mientras que, en Cocha Lobos, fueron 17 y ocho en mayo y octubre, respectivamente.

4.2. Discusiones

4.2.1. Diversidad específica de odonatos por localidad

Madre de Dios es uno de los lugares más diversos del planeta en cuanto a odonatos se refiere (Kalkman *et al.*, 2008), probablemente porque sus grandes extensiones de bosques proporcionarían sombra, humedad, refugio, lugares de descanso, apareamiento y oviposición (Paulson, 2006). Dentro del departamento, se registraron 147 especies en Tambopata (Paulson, 1985), 117 en Pakitza (Louton *et al.*, 1996) y 108 en la entonces Zona Reservada Tambopata–Candamo (Butt, 1995). Tambopata fue evaluada desde 1977 hasta 1983 (Paulson, 1985), Tambopata-Candamo, desde agosto de 1992 hasta enero de 1993 (Butt, 1995) y Pakitza, desde 1897 hasta 1989 (Louton *et al.*, 1996). Sumado a esto, en estos tres sitios, se evaluó un mayor número de ambientes acuáticos y se incluyeron

capturas realizadas en zonas boscosas. Esto explicaría la notoria diferencia entre el número de especies reportadas en estas áreas y la del estudio (46 especies).

Las familias con mayor cantidad de especies en la región Neotropical son, en orden decreciente, Gomphidae, Libellulidae y Coenagrionidae (Kalkman *et al.*, 2008). En la evaluación, se encontró que las dos últimas eran las que presentaban una mayor cantidad de especies; mientras que solo se registró un individuo de Gomphidae. Esto podría deberse a que esta familia es difícil de observar en campo y, por ello, es recomendado emplear varias metodologías para su captura dentro de bosques (De Almeida *et al.*, 2013) y no solo captura con redes entomológicas, como las que fueron usadas en el estudio. Adicionalmente, *Acanthagrion*, *Micrathyria* y *Telebasis* fueron los géneros con mayor riqueza específica. Estos taxones son de los más diversificados en el Neotrópico (Kalkman *et al.*, 2008), lo que explicaría lo obtenido. Se encontró también que en mayo se presentó una mayor cantidad de especies que en octubre. Esto difiere de lo encontrado por Paulson (1985) en Tambopata, donde se obtuvo un número similar de especies en los meses de época seca (abril–septiembre) y época húmeda (octubre–marzo). Corbet (1980) menciona que la época de vuelo en los trópicos suele ser constante o coincidir con la temporada de lluvias. En este estudio, mayo no solo fue el mes con mayor cantidad de especies sino también el de mayor abundancia, por lo que es probable que exista influencia de la estacionalidad sobre el ensamblaje de libélulas.

Se encontró además que en el muestreo se capturó más del 80 % de las especies esperadas en todas las localidades en ambos meses de evaluación al usar el estimador mencionado en Chao *et al.* (2014) (Figura 7). Sin embargo, al emplear el estimador Jackknife de primer orden, no se alcanzó este valor en Pozo Don Pedro, en ninguno de los meses evaluados, ni en Cocha Lobos en el mes de octubre (Tabla 3). Esta diferencia se debería a que este último considera el número de especies raras en una muestra para el cálculo de la riqueza específica (Moreno, 2001); mientras que con el primero estimador, el valor de la completitud del muestreo no se ve muy afectado con el incremento de ese tipo de especies (Chao *et al.*, 2014). Se recomienda aumentar el esfuerzo de muestro en Pozo Don Pedro con la finalidad de obtener una cobertura de muestreo mayor a 80 % al hacer uso del estimador Jackknife de primer orden, puesto que se conoce que este reduce la subestimación del número de especies esperado (Moreno, 2001).

Al analizar la diversidad de especies, se encontró que los ambientes lénticos, Cocha Lobos y Pozo Don Pedro, presentaron mayor riqueza específica ($q=0$) que el ambiente lótico, la quebrada, en ambos meses de evaluación (Figura 8). Este patrón fue reportado también por Paulson (2006) para los odonatos presentes en Tambopata, Madre de Dios. Él halló una mayor cantidad de especies que habitaban cochas, seguido de pantanos (Pozo Don Pedro se encuentra en medio de uno de estos, un aguajal), quebradas y bosques, en orden decreciente. A pesar de que no existen suficientes datos hidrológicos en Madre de Dios para caracterizar la mayor parte de sus cuerpos de agua (Thieme *et al.*, 2007), se conoce que los ecosistemas lénticos suelen ser geológicamente menos estables y más jóvenes que los lóticos (Dijkstra *et al.*, 2014). Además, no solo pueden presentar distinto origen, sino también, variaciones en su profundidad, sustrato, vegetación de la orilla, etc. (Letsch *et al.*, 2016), lo que ocasionaría una mayor cantidad de nichos disponibles y, con ello, una mayor diversificación y co-existencia de especies (Letsch *et al.*, 2016). Adicionalmente, es probable que las especies de odonatos que habiten este tipo de ambientes tengan una mayor capacidad de dispersión y una mayor amplitud de nicho ecológico (Khleifa, 2019). Por otro lado, al incorporar las abundancias relativas de las especies en el análisis ($q=1$, Figura 8), el número de especies efectivas disminuyó en todas las localidades; principalmente, en Cocha Lobos. Esto podría deberse al gran número de especies con pocos individuos capturados que posee este lago (Figura 10 y 11). Además, al compararse los valores de diversidad obtenidos en mayo y octubre (Figura 8), se observa también un decremento en el número de especies efectivas en octubre, con excepción de Pozo Don Pedro. Esto supone que en los demás sitios de captura existe una mayor diferenciación de las abundancias relativas de las especies entre ambos meses de evaluación (Figura 10 y 11), lo cual sería el resultado de los procesos evolutivos de ocupación de nicho que se han llevado a cabo (Moreno *et al.*, 2011). Resalta que, al igual que con $q=0$, los ecosistemas lénticos presenten una mayor diversidad. Sin embargo, los intervalos de confianza de la diversidad de primer orden de todas las localidades se superponen tanto en mayo como en octubre, por lo que existe la posibilidad de que no existan dichas diferencias o sean mínimas. Finalmente, al examinar solo las especies más abundantes ($q=2$, Figura 8), no se observan diferencias en el número de especies efectivas entre las localidades en mayo; mientras que en octubre, Pozo Don Pedro y la quebrada son ligeramente más diversos, aunque los intervalos de confianza de los tres lugares de evaluación se superponen entre ellos. Esto significaría que las abundancias de las especies más comunes de las tres localidades se distribuyen de manera semejante (Figura 10 y 11); es decir, presentan similar equidad.

4.2.2. Composición del ensamblaje de odonatos

Al evaluar la similitud de los ensamblajes de odonatos de las tres localidades, se encontró que el sistema lótico (la quebrada) se segrega de los lénticos, Pozo Don Pedro y Cocha Lobos (Figura 9). Se conoce que los ecosistemas lóticos conectan diferentes tipos de ambientes a través de un flujo unidireccional de agua (Rosset *et al.*, 2017; Wetzel, 2001); en cambio, los lénticos son grandes cantidades acumuladas del recurso hídrico (Agrawal, 1999) en medio de una matriz terrestre (Rosset *et al.*, 2017). Es por ello que presentan diferencias en los niveles de oxígeno disuelto, materia orgánica disuelta, turbidez, flujo hídrico, nutrientes y pH (Seidu *et al.*, 2019). Por este motivo, la mayoría de las especies de insectos acuáticos, entre ellos odonatos, suelen habitar solo uno de estos ecosistemas (Dijkstra *et al.*, 2014).

La formación de los ensamblajes de libélulas puede estar determinado por los requerimientos ambientales de las especies que lo conforman, las características físicoquímicas del agua y sus interacciones biológicas (Juen *et al.*, 2007; Mc Peek, 2008). En efecto, estos ensamblajes son característicos de un cuerpo de agua en particular (Mc Peek, 2008), por lo que no es de sorprender que las diferencias en las composiciones de especies no solo se hayan presentado entre sistemas lénticos y lóticos, sino también entre los lagos (Tabla 6 y 8). En el caso de los adultos, ellos poseen una cercana relación con la vegetación aledaña a los cuerpos de agua (Oertli *et al.*, 2005; Oliveira-Junior *et al.*, 2017) y los ecosistemas acuáticos evaluados presentaron distinta composición vegetal, inclusive entre lagos (Tabla 1). Ambos sistemas lénticos tenían zonas dominadas por herbáceas de pequeño porte al borde; sin embargo, en Cocha Lobos, había también árboles, arbustos y áreas con Zingiberaceae, mientras que la vegetación de borde de Pozo Don Pedro se hallaba principalmente compuesta por aguajes (*Mauritia flexuosa*) y parches de vegetación herbáceas con árboles jóvenes dispersos (ver Figuras 3 y 4). Estas diferencias en la vegetación afectarían los procesos de selección de hábitat por parte de las libélulas, puesto que influiría en la cantidad de luz incidente en el ambiente y, en consecuencia, en la temperatura y humedad relativa del lugar (Oliveira-Junior *et al.*, 2017). Los microhábitats formados determinarían los odonatos presentes en el área, al poseer estos diferentes mecanismos de termorregulación (De Marco *et al.*, 2005). Sin embargo, en el presente estudio, solo se encontró relación entre esta variable (luz incidente) y el ensamblaje de adultos de estos insectos en el mes de octubre (Tabla 6). Respecto a los otros parámetros

ambientales evaluados (temperatura máxima diaria y porcentaje de nubosidad), ninguno de ellos presentó relación con la abundancia de libélulas en los sitios de captura (Tabla 9). La temperatura máxima diaria fue tomada en los alrededores de la estación biológica y no en los cuerpos de agua al momento de la toma de datos como en otros estudios – por ejemplo, en el de Oliveira-Júnior *et al.* (2017) –, por lo que no se podría descartar relación entre la temperatura ambiental y la abundancia de odonatos. Otro factor a considerar en la composición de los ensamblajes de Odonata son los requerimientos de las larvas (Mc Peek, 2008), tales como presencia de vegetación acuática, velocidad de la corriente, hidropériodo, entre otros parámetros físico-químicos (Oertli, 2008). A pesar de que estas variables no han sido evaluadas, los lagos, al ser de distinto origen, presentarían distintas características químicas en sus aguas. Hamilton *et al.* (2007) midió, dentro de la estación biológica Los Amigos, la concentración iónica en dos lagos de herradura, presumiblemente uno de estos sea Cocha Lobos, y un pequeño lago de agua en un aguajal (Pozo Don Pedro). Los mencionados autores encontraron que los primeros tenían una alta concentración de iones; por el contrario, el segundo, una baja concentración. En consecuencia, la disimilitud entre los tres cuerpos de agua evaluados no solo dependería de su clasificación como sistema léntico o lótico, sino también de su vegetación y sus características físico-químicas.

En mayo, la especie dominante en la quebrada fue *Psaironeura tenuissima* (Figura 10c). Sin embargo, no fue reportada durante el muestreo en octubre, aunque se capturó un individuo fuera del horario de evaluación (más información al respecto en la sección de resultados). Parecida situación se presentó en Tambopata, donde se encontró solo en los meses comprendidos entre abril y septiembre (Paulson, 1985). Por tanto, es probable que el taxón se vea afectado por la estacionalidad más que por características del hábitat. Esto último se deduce porque se ha registrado en una gran variedad de hábitats: arroyos de fondo arenoso en Madre de Dios, Perú (Butt, 1995; Garrison, 2004; Louton *et al.*, 1996; Mauffray & Tennessen, 2019; von Ellenrieder & Garrison, 2018), pantanos y claros de bosque (von Ellenrieder & Garrison, 2011) y pozos de arroyos de primer orden (Bota-Sierra *et al.*, 2015). Asimismo, se han encontrado en riachuelos tanto de ambientes preservados (Monteiro-Júnior *et al.*, 2014) como de zonas deforestadas (Calvão *et al.*, 2016). Por otro lado, von Ellenrieder & Garrison (2011) consideraron que era una especie frecuente en la Amazonía ecuatoriana en enero de 2009, pero para ello podría haberse capturado desde cuatro hasta 20 individuos. Al existir incertidumbre respecto a la cantidad de especímenes registrados en dicho lugar, la extensión del mismo y la ausencia de

evaluaciones en otras estaciones del año, la hipótesis de que la especie sea afectada por la estacionalidad no estaría descartada. Respecto al restante de especies, *Argia* cf. *gerhardi*, *Mnesarete devillei*, *Orthemis biolleyi*, *Orthemis cultriformis* y *Telebasis corbeti* se reportaron únicamente en mayo. La información acerca de la historia natural de *Mne. devillei* se reduce a su reporte en arroyos con cobertura parcial del dosel sobre él en Pakitza (Louton *et al.*, 1996). De *Or. biolleyi*, en cambio, se sabe que habita gran variedad de ambientes: arroyos, estanques y aguajales (Mauffray & Tennessen, 2019) y lagos de herradura (Butt, 1995). Paulson (1985) capturó una mayor cantidad de individuos durante abril-septiembre que octubre-marzo, lo que concuerda con lo encontrado en este estudio y podría significar que sea afectada por la estacionalidad. Asimismo, adultos de *Or. cultriformis* se han encontrado en arroyos, ríos y pantanos (von Ellenrieder, 2012), lagos (Butt, 1995; Pinto, 2011) y bosque inundable (Butt, 1995). Su larva se ha capturado en charcos temporales con material orgánico en el bosque (Carvalho & Werneck-de-Carvalho, 2005). Además, exhibe preferencia para posar en lugares sombreados o parcialmente sombreados (Worthen, 2017). Esto supondría que *Or. cultriformis* es una especie de bosque que se acerca a los cuerpos de agua para desarrollar otras actividades debido a que la relativa ausencia de rayos solares dentro del bosque afectaría la visión de las libélulas en general (Paulson, 2006). Finalmente, *Te. corbeti* se reportó también en Pozo Don Pedro, pero solo se conoce que habita bosques inundables (Garrison, 2009).

En octubre, en la quebrada, se presentaron tres especies dominantes (Figura 11c), todas con la misma abundancia relativa (20 %): *Dasythemis esmeralda*, *Epipleoneura pallida* y *Acanthagrion obsoletum*. De ellas, *Epipleoneura pallida* fue la única que no se reportó en el mes de mayo. Escasa es la información ecológica que se conoce sobre este taxón, Butt (1995) menciona que también la encontró en arroyos sombreados de agua clara con arena, arcilla y limo de sustrato. En cuanto a *Da. esmeralda*, esta ha sido reportada con anterioridad en arroyos de bosques primarios (Louton *et al.*, 1996) y de zonas deforestadas (Monteiro-Júnior *et al.*, 2013) y en pantanos (Butt, 1995; Mauffray & Tennessen, 2019). Se conoce además que otras especies del género crían sus larvas en arroyos (Carvalho *et al.*, 2002); por lo que es posible que lo mismo ocurra con *Da. esmeralda* y a ello se deba su presencia en la quebrada. *Ac. obsoletum* suele habitar riachuelos y zonas pantanosas (Hoffmann *et al.*, 2016) y podría presentar preferencias por lugares sombreados (Paulson, 2006), empero en este estudio fue reportada para el punto de evaluación uno de la quebrada, en el cual el dosel no proyectaba sombra sobre todo el cauce (Figura 2a, b); sin embargo,

es posible que prefiera zonas sombreadas dentro de él. Del remanente de especies registradas para octubre, únicamente *Argyrothemis argentea* y *Fylgia amazonica* no se capturaron en mayo. La primera suele encontrarse en arroyos sombreados y pantanos y sus larvas, camufladas en el detrito (Garrison *et al.*, 2006). Adicionalmente, se conoce que su presencia en los riachuelos se ve afectada por cambios en la estructura física del ambiente y en la calidad de agua (Calvão *et al.*, 2016), por lo que se deduce que pueda ser sensible a cambios en la estacionalidad. *F. amazonica*, por otro lado, se reportó en mayo en otro cuerpo de agua (Pozo Don Pedro, Tabla 2). Este taxón ha sido frecuentemente reportado en pequeños charcos de agua con hojarasca de fondo (Butt *et al.*, 1995; Garrison *et al.*, 2006; Mauffray & Tennessen, 2019; Rache *et al.*, 2013) y en aguajales (Louton *et al.*, 1996), ecosistema donde se ubica Pozo Don Pedro. También ha sido registrado en riachuelos con vegetación nativa en Pará, Brasil (Carvalho *et al.*, 2018) y su posible larva, en un pequeño charco de agua clara con hojarasca, de sustrato arenoso y asociado a un arroyo (De Marmels, 1992). En el presente estudio, el espécimen capturado se avistó sobrevolando una piscina dentro de la quebrada. Por lo expuesto, estaría relacionada con los charcos de agua, independientemente si este se localiza en un ecosistema lótico. No obstante, cabe la posibilidad de que sean visitantes ocasionales de riachuelos; por consiguiente, es recomendable desarrollar estudios sobre la supervivencia de la larva en este tipo de ambientes, sus requerimientos de hábitat y su tiempo de desarrollo. Lo último resulta primordial al considerar que, ante un incremento del caudal por las precipitaciones, las piscinas de agua en el arroyo podrían ser temporales.

Las especies que se compartieron en ambos meses de evaluación en la quebrada fueron *Ac. obsoletum*, *Argia collata* (se capturó un ejemplar fuera del horario de evaluación en el mes de octubre), *Chalcopteryx rutilans*, *Da. esmeralda*, *Drepanoneura* sp., *Heteragrion inca* y *Ps. tenuissima*. De ellas, *Ac. obsoletum*, *Da. Esmeralda* y *Ps. Tenuissima* se han discutido previamente en el texto. *Ar. collata*, especie de arroyos (Mauffray & Tennessen, 2019), podría verse influenciada por la cantidad de luz incidente. Calvão *et al.* (2016) encontraron un incremento en el número de individuos de este taxón en áreas que han sido deforestadas. Aunque octubre fue el mes con menor precipitación y donde menor nubosidad se presentó (Anexo 2), es probable que la especie anticipara la época de lluvias y por ello solo se registrara un individuo, cabe recordar que Aucahuasi–Almidón (2019) menciona que octubre es un mes de transición y lo califica como “primavera”. Otra especie que habita arroyos y riachuelos de bosque inundable es *C. rutilans* (von Ellenrieder, 2009b). Este

taxón endémico de la cuenca amazónica (Resende & De Marco, 2010) se ha registrado tanto en época seca como en época de lluvias en Tambopata (Paulson, 1985). A diferencia de este estudio, el mencionado autor capturó una mayor cantidad de especímenes durante los meses comprendidos entre octubre y marzo. Esta discrepancia podría deberse a la cantidad de días evaluados o que los sistemas evaluados sean distintos. Por otro lado, a pesar de que no se conozca la identidad específica de *Drepanoneura* sp., este género suele encontrarse volando cerca de piscinas en arroyos dentro de bosque (Garrison *et al.*, 2010). Finalmente, la única información que se conoce de *H. inca* es que habita arroyos de bosques (Butt, 1995; Louton *et al.*, 1996).

En Pozo Don Pedro, en ambos meses de evaluación, los cambios de abundancia relativa de las especies se produjeron de manera gradual (Figuras 7b y 8b). Sin embargo, las especies con frecuencia mayor a 10 % fueron, en orden decreciente, *Erythrodiplax tenuis*, *Zenithoptera lanei* y *Erythrodiplax lativittata* en mayo (Figura 10). En octubre, en cambio, lo fueron, en el mismo orden, *Tauriphila argo*, *Zenithoptera lanei* y *Erythemis* cf. *credula* (Figura 11). Como se puede observar en la Tabla 2, todos estos taxones se presentan en ambos meses de evaluación, solo variando en abundancia. *Erythr. tenuis* se reportó también en Cocha Lobos en mayo y octubre, pero en bajas proporciones (Tabla 2). Esta especie podría ser considerada euritópica al ser encontrada tanto en estanques como en arroyos (Mauffray & Tennessen, 2019), no obstante, la diferencia en el número de individuos capturados en Pozo Don Pedro entre mayo y octubre y su baja abundancia en Cocha Lobos indicaría cierta preferencia por algunas características ambientales. Los adultos de *Z. lanei*, especie abundante en ambos meses en Pozo Don Pedro, suelen encontrarse en pantanos de palmeras en Brazil (Ancco-Valdivia *et al.*, 2020) y, además, frecuentan estanques con vegetación herbácea puesto que sus larvas crían en ambientes con pastos y plantas sumergidas (Rippel *et al.*, 2020). Esto último explicaría el porqué de su presencia en Cocha Lobos en octubre. Sin embargo, en este lugar, se presentó en números menores que en Pozo Don Pedro (Tabla 2), lo que implicaría que existen factores ambientales que influyen en su abundancia. Por otro lado, *Erythr. lativittata* disminuyó su abundancia relativa en octubre, en comparación con mayo, en Pozo Don Pedro y fueron capturados también pocos especímenes de esta especie en Cocha Lobos en mayo (Tabla 2). De este taxón, se conoce que prefiere ambientes sombríos (De Marco, 1998), empero la mayoría de sus capturas en el presente estudio se realizaron en lugares soleados. Respecto a *Ta. argo*, este se ha registrado en los dos lagos en ambos meses de muestreo, pero

únicamente se reportó dentro de los más frecuentes en Pozo Don Pedro en octubre (Figura 10 y 11). Este taxón frecuenta estanques y lagos con plantas acuáticas flotantes y emergentes (Paulson, 2017a) como los evaluados en este estudio. A pesar de ser la especie con mayor abundancia relativa en Pozo Don Pedro en octubre (Figura 11), la cantidad de especímenes capturados en octubre y mayo difiere por muy poco (Tabla 2). Esto significaría que, en dicho lugar, lo que ocurrió fue que las otras especies disminuyeron su abundancia otorgándole una mayor proporción a *Ta. argo*. Por el contrario, en Cocha Lobos, los ejemplares registrados de esta especie en mayo fueron más del doble que los de octubre (Tabla 2), lo que supondría que en este ambiente se producen mayores cambios en algunos parámetros ambientales. En cuanto a *Erythe. cf. credula*, este taxón únicamente se presentó en Pozo Don Pedro e incrementó su abundancia en octubre (Tabla 2). Debido a que no se llegó a determinar este morfotipo hasta el nivel de especie, no es posible conocer los requerimientos ambientales que posee.

Especies adicionales que se encuentran presentes en ambos meses de evaluación en Pozo Don Pedro son: *Erythemis peruviana*, *Erythemis* sp., *Miathyria simplex*, *Micrathyria occipita*, *Perithemis lais* y *Telebasis rubricauda*. De todas ellas, solo *Erythe. peruviana* no se reportó en Cocha Lobos (Tabla 2). Esta especie neotropical habita principalmente ambientes lénticos con vegetación acuática (Paulson, 2017b), aunque también se ha registrado en secciones de ríos que han sido represados (De Marco, 2008). Al igual que en el presente estudio, Paulson (1985) lo ha registrado tanto en meses de estación seca y húmeda en Tambopata. Respecto a *Mia. simplex*, esta frecuenta lagos como los evaluados; es decir, sistemas lénticos con vegetación acuática flotante (Mauffray & Tennessen, 2019), en cuyas raíces se albergaría sus larvas (Giacomini & De Marco, 2008). Sumado a esto, se conoce que las especies de este género suelen acompañar a las de *Tauriphila* (Garrison *et al.*, 2006). Al encontrarse *Ta. argo* en ambos lagos y en los dos meses de muestreo, se esperaba que *Mia. simplex* estuviese con ella. *Mic. occipita* suele habitar lagunas ubicadas dentro de bosques y pantanos (Westfall, 1992) y ha sido reportada en estanques dentro de los últimos (Butt, 1995) y en lagos de herraduras (Butt, 1995; Rehn, 2003), al igual que en este estudio. *Te. rubricauda* habita estanques, charcos, marismas y arroyos con sustrato arenoso y es común en las orillas de lagos de herradura (von Ellenrieder, 2009c), por lo que no resulta extraño que haya sido reportada en ambos meses de evaluación en los dos lagos. *Pe. lais* se discutirá posteriormente junto a las especies dominantes en Cocha Lobos.

Las especies que se presentaron solo en un mes de evaluación en Pozo Don Pedro son *Acanthagrion apicale*, *Acanthagrion cuyabae*, *Erythrodiplax fusca*, *Fylgia amazonica lychnitina*, *Nephepeltia flavifrons* y *Telebasis griffinii* para mayo y *Acanthagrion* cf. *ascendens* y *Micrathyria eximia* para octubre. De estas, *Ac. apicale* es la única que no se ha reportado en los otros cuerpos de agua evaluados; mientras que *F. amazonica* se encontró también en la quebrada y fue discutida con anterioridad. *Ac. apicale* generalmente habita charcos en riachuelos y ríos de bosques (Lozano & Muzón, 2020) y también en agua estancada en aguajales (Butt, 1995). Adicionalmente, se conoce que su presencia puede estar relacionada con una alta cobertura de dosel, presencia de plantas acuáticas emergentes, lugares de poca profundidad, bajos niveles de oxígeno disuelto y pH y una alta conductividad (Souza, 2003). Como se mencionó previamente, Pozo Don Pedro tendría bajo pH y alta conductividad al ser esto característico de las aguas negras amazónicas (Sioli, 1968), además muchos de los sitios de captura dentro de Pozo Don Pedro en mayo se encontraban sombreados (Anexo 1), lo que explicaría su presencia en el área. Paulson (1985) lo registró en ambas temporadas del año (seca y húmeda); sin embargo, en el estudio solo se presentó en mayo. Por otro lado, *Ac. cuyabae* aparentemente es una especie euriótica que puede encontrarse presente bajo distintas condiciones. Se ha registrado en arroyos, lagunas, estanques dentro de pantanos y charcos (Mauffray & Tennessen, 2019) y Monteiro-Júnior *et al.* (2015) la han encontrado en riachuelos degradados siempre que conservaran vegetación ribereña, puesto que su presencia se ve afectada por ella (Souza, 2003). Por ello, se explicaría sus registros en Cocha Lobos en ambos meses de muestreo y en Pozo Don Pedro en mayo (Tabla 2). En Pozo Don Pedro, solo se capturó un individuo en mayo (Tabla 2) y su aparente ausencia en octubre podría deberse a que en este lugar la población es pequeña. Igualmente, *Erythr. fusca*, es una especie generalista (Klein *et al.*, 2018) que suele habitar estanques pantanosos poco profundos y con abundante vegetación emergente (Paulson, 2017c), aunque también se ha reportado en arroyos deforestados (Monteiro-Júnior *et al.*, 2013) y charcos dentro de riachuelos (De Marco, 2008). Es un taxón adaptado a ambientes abiertos (Rodrigues *et al.*, 2019), evita lugares sombreados (Oliveira-Junior *et al.*, 2017) y es capaz de soportar variaciones en la temperatura a lo largo del día (Rodrigues *et al.*, 2019). En el estudio, se registró en Pozo Don Pedro y en Cocha Lobos únicamente en mayo (Tabla 4), pero De Marco & Resende (2002) lo han reportado en época de lluvias en Brasil. *N. flavifrons* es otro de los taxones que se ha reportado en ambos lagos únicamente en mayo y se ha encontrado anteriormente en estanques con vegetación, pantanos y zanjas (von Ellenrieder, 2014). Por otro lado, si bien *Te. griffinii* se

reportó solo en mayo en Pozo Don Pedro, en Cocha Lobos se encontró en ambos meses de muestreo (Tabla 2), aunque en octubre solo un individuo. Esto indicaría un posible efecto de la estacionalidad sobre sus poblaciones y que Cocha Lobos presenta características que permiten una mayor abundancia de la especie que Pozo Don Pedro. Este taxón se ha reportado anteriormente en estanques (Garrison, 2009; Michalski, 1990; Paulson, 2002), en pantanos de palmeras (Mauffray & Tennessen, 2019) y arroyos (Monteiro-Júnior *et al.*, 2013) y sus larvas han sido capturadas en lagos con abundantes plantas acuáticas (Guillermo-Ferreira & Bispo, 2013). Adicionalmente, un individuo de *Ac. cf. ascendens* fue capturado en octubre en Pozo Don Pedro y otro en mayo Cocha Lobos, por lo que no se puede establecer alguna relación de la especie con el ambiente. Similar situación ocurre con *Mic. eximia*, de quien se capturó un ejemplar en cada ecosistema léntico en octubre (Tabla 2); sin embargo, no se conoce información de la biología de esta especie.

Destaca que la mayor parte de los taxones encontrados en Pozo Don Pedro se hayan reportado en Cocha Lobos, dos en la quebrada y solo tres no se hayan registrado en otro cuerpo de agua (Tabla 2). Esto podría significar que las especies presentes en esta localidad sean especies generalistas y puedan encontrarse en la mayor cantidad de hábitats disponibles, inclusive en ambientes con bajo pH, como lo tendría Pozo Don Pedro.

En Cocha Lobos, tanto en mayo como en octubre, las especies más dominantes fueron *Perithemis lais*, *Oligoclada pachystigma* y *Perithemis parzefalli* (Figura 10a y 11a). *Pe. lais*, no solo se encontró en ambos meses en Cocha Lobos, sino también en Pozo Don Pedro (Tabla 2), como se mencionó con anterioridad. Se encuentra en la vegetación litoral de charcos, estanques, pantanos y arroyos en el bosque (von Ellenrieder, 2009d) y su presencia se encuentra correlacionada con una alta cobertura del dosel, presencia de macrofitas, bajos niveles de oxígeno disuelto y de pH y una alta conductividad en el agua (Souza, 2003). *Ol. pachystigma*, en cambio, solo se ha reportado en Cocha Lobos (Tabla 2). Esta especie habita arroyos, estanques y lagos (Mauffray & Tennessen, 2019), incluido lagos de herradura (Butt, 1995; Louton *et al.*, 1996). En este estudio, se la ha encontrado perchando en la vegetación circundante, especialmente sobre las hojas de arbustos; mientras que Bota-Sierra *et al.* (2015) la observaron posando sobre macrófitas. *Pe. parzefalli*, al igual que la especie anterior, solo se ha capturado en Cocha Lobos. Se ha reportado principalmente en estanques, ciénagas y pantanos (von Ellenrieder, 2009e),

aunque también en arroyos (Louton *et al.*, 1996; Mauffray & Tennessen, 2019), y, aparentemente, muestra cierta preferencia por lugares sombreados (Hoffmann, 1991).

Otras especies que se encontraron en ambos meses de muestreo en Cocha Lobos, pero en bajo frecuencia, fueron *Acanthagrion aepiolum*, *Epipleoneura humeralis*, *Protoneura paucinervis*, *Acanthagrion cuyabae*, *Erythemis* sp., *Erythrodiplax tenuis*, *Miathyria simplex*, *Micrathyria occipita*, *Tauriphila argo* y *Telebasis griffinii* (Figura 10a y 11a). De estas, solo las tres primeras no se han registrado en Pozo Don Pedro (Tabla 2). *Ac. aepiolum* frecuenta áreas sombrías de piscinas de arroyos y estanques con vegetación (Tennessen, 2004) y presentaría tolerancia a cambios en la estructura del ambiente (Bastos *et al.*, 2019; Veras *et al.*, 2020). Esta tolerancia es lo que posiblemente permita a la especie encontrarse a lo largo del año a pesar de los cambios que pueda acarrear la estacionalidad. *Pr. paucinervis*, por otro lado, es común en lago de herraduras de la Amazonía (von Ellenrieder & Garrison, 2017). La mayoría de las observaciones de esta especie fueron de parejas volando cerca al ras del agua y ovipositando sobre restos orgánicos, como ramitas. Este pareciera ser un comportamiento habitual en ellos (von Ellenrieder & Garrison, 2017) y podría significar que se acercan al cuerpo de agua solo a ovipositar. En relación con *Ep. humeralis*, no se conoce información acerca de su biología.

Los taxones que se encontraron en Cocha Lobos únicamente en mayo fueron *Aphylla* sp., *Brachymesia herbida*, *Micrathyria* nr. *occipita*, *Micrathyria tibialis*, *Nephepeltia leonardina*, *Perithemis rubita*, *Telebasis dunklei*, *Telebasis obsoleta*, *Acanthagrion* cf. *ascendens*, *Erythrodiplax fusca*, *Erythrodiplax lativittata*, *Nephepeltia flavifrons* y *Telebasis rubricauda*. Los cinco últimos se presentaron también en Pozo Don Pedro y se discutieron con anterioridad. *B. herbida* habita estanques y lagos con vegetación (Paulson, 2017d). Paulson (1985) reportó su presencia en lo que denomino época seca (abril a setiembre), coincidiendo con lo encontrado en este estudio. Se conoce además que es un taxón migratorio (Hedlund *et al.*, 2020), por lo que su ausencia en el restante del año podría deberse a que se estuviese desplazando a otras áreas con mejores condiciones. Los adultos de *Mic. tibialis* suelen encontrarse volando al interior del bosque (von Ellenrieder, 2009f), puesto que se encuentran fuertemente asociados a charcos temporales en el interior de áreas boscosas (Dickens *et al.*, 2020). Sin embargo, se le puede encontrar también en arroyos, estanques y lagos (von Ellenrieder, 2009f). Por tanto, los especímenes capturados

en Cocha Lobos podrían tratarse de visitantes ocasionales del cuerpo de agua y no residentes habituales. Por otro lado, *N. leonardina* es habitante de charcos dentro de ríos, pantanos y ciénagas (von Ellenrieder, 2014), así como de estanques, lagos y represas (von Ellenrieder, 2019g). Esta especie ha sido reportada en Tambopata en las dos temporadas climáticas (Paulson, 1985), por lo que su carencia de registros en octubre en Cocha Lobos podría deberse a que su población consta de pocos individuos, dificultándose su captura. *Pe. rubita* se encuentra presente en charcos, piscinas y arroyos temporales en bosque inundable (von Ellenrieder, 2019h). Respecto a la ubicación de los sistemas lénticos, Cocha Lobos se encuentra dentro de una planicie inundable y Pozo Don Pedro en un aguajal en bosques de Tierra firme. Esto podría explicar el porqué solo se reportó en el primero de ellos. *Te. dunklei* es un taxón capturado en lagos de agua negra, estanques y cochas (Garrison, 2009). Bota-Sierra *et al.* (2015) menciona que es una especie común y que oviposita en macrófita flotantes de lagos de agua negra en Colombia. Esto difiere de lo encontrado en el presente estudio donde en la cocha solo se capturó un ejemplar y en el lago de aguas negras, ninguno (Tabla 2), pudiéndose deber a la escasez de este tipo de macrófitas en los puntos de evaluación (Figuras 3 y 4). Por otro lado, la abundancia de *Te. obsoleta* posiblemente esté determinada por la estacionalidad. En Brasil, al igual que en este estudio, solo se reportó en la época seca (De Souza *et al.*, 2017) y, en Panamá, a lo largo del año, pero con una menor abundancia en invierno (Dickens *et al.*, 2017). Además, a pesar de habitar una gran variedad de ambientes – arroyos pantanosos, estanques y varzea (Garrison, 2009), así como las orillas de lagos de agua negra (Bota-Sierra *et al.*, 2015) –, se asociaría mejor con algunos de ellos, lo que le da un carácter de potencial indicador ambiental (Dickens *et al.*, 2020). Los mismos autores señalan que frecuentan humedales con poca vegetación de borde, de alto dosel y parcialmente sombreados. En Cocha Lobos, solo se reportó un individuo en mayo (Tabla 2), por lo que es probable que el lago no ofrezca las características que requiera el taxón para encontrarse en mayores cantidades o la presencia de tantos cenagriónidos en el área esté influenciando en su abundancia. Su larva se ha reportado al borde de un arroyo de flujo lento con abundante macrófitas flotantes (Lozano *et al.*, 2012). Finalmente, las especies que se encontraron solo en octubre en Cocha Lobos fueron *Micrathyria eximia* y *Zenithoptera lanei* (Tabla 2), quienes también se reportaron para Pozo Don Pedro y previamente se discutió.

La mayoría de las especies registradas en los ambientes lénticos que se encuentran en octubre también lo hacen en mayo, lo que significaría que el efecto de la estacionalidad no

se reflejaría tanto en el cambio de especies, si no más bien la proporción de sus abundancias. Adicionalmente, a pesar de que no se obtuvieron diferencias al analizar la influencia de algunas variables ambientales en la abundancia de las libélulas (Tabla 10), se observó que, en Pozo Don Pedro, la frecuencia de los odonatos cambió entre mayo (Figura 10b) y octubre (Figura 11b) y el número de especies con baja proporción disminuyó en octubre en Cocha Lobos (comparar Figura 10a y Figura 11a). Esto apoyaría aún más que el ensamblaje de libélulas responde a cambios de estación. Sin embargo, para probar ello es necesario llevar a cabo estudios a largo plazo y que comprendan más meses por año en la toma de datos.

V. CONCLUSIONES

1. Los ensamblajes de adultos de Odonata están compuestos por un mayor número de especies en los lagos (Cocha Lobos y Pozo Don Pedro) que en la quebrada evaluada en la estación biológica Los Amigos en ambos meses muestreados. En mayo, en Cocha Lobos se registraron 26 especies; en Pozo Don Pedro, 16 y en la quebrada, 12. En octubre, en cambio, en Cocha Lobos solo se reportaron 15; en Pozo Don Pedro, 14 y en la quebrada, 8. Sin embargo, al compararse los números de Hill de orden 0, 1 y 2, la diversidad fue similar en los tres cuerpos de agua en ambos meses.

2. Mediante el empleo de análisis estadísticos no paramétricos, se encontraron diferencias significativas entre las composición de especies de los tres ambientes acuáticos. La segregación de la quebrada del resto de sistemas se debería a que gran parte de sus especies no se hallaron en el resto de lugares evaluados. Por otro lado, Pozo Don Pedro y Cocha Lobos presentaron un mayor porcentaje de taxones compartidos (el 70,6 % y el 57,1 % del total de los taxones registrados para el primero se reportaron también en Cocha Lobos en mayo y octubre, respectivamente). No obstante, no se encontraron en la misma proporción ni las especies dominantes fueron las mismas. Se nota también que la estructura de las curvas de rango-abundancia varió de manera particular para cada localidad al compararse los meses de muestreo. Sin embargo, al haberse evaluado únicamente en un año, se requiere de más investigaciones para probar el efecto de la estacionalidad en los ensamblajes de Odonata de esta estación biológica. Finalmente, se reportaron algunas especies que podrían estar residiendo en estos cuerpos de agua solo en su forma adulta, mas no criando a sus larvas allí.

3. Para entender las variables que influyen en la composición de los ensamblajes de odonatos en la Estación Biológica Los Amigos, se requiere también conocer la identidad de sus especies y la biología de las mismas y no solo calcular los índices de diversidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Incrementar el esfuerzo de muestreo con el fin de obtener una cobertura de muestreo del 80 % independientemente del índice no paramétrico utilizado.
- Medir la temperatura del ambiente en el momento del muestreo, así como reportar si los individuos capturados se encontraban en lugares sombreados o soleados y la actividad que realizaban, con el fin de tener un mayor conocimiento de los hábitos de los taxones.
- Caracterizar fisicoquímicamente los ambientes evaluados y describir su variación a lo largo del tiempo para evaluar una posible relación con la composición del ensamblaje.
- Realizar un mayor número de muestreos por año a largo plazo para conocer mejor si hay efecto de la estacionalidad sobre el ensamblaje de odonatos.
- Implementar un muestreo de larvas y exuvias para determinar que especies son residentes de los cuerpos de agua y cuales son visitantes.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Agrawal, S.C. (1999). *Limnology*. Nueva Dehli, India: A.P.H. Publishing corporation.

Ancco-Valdivia, F.G.; Alves-Silva, E.; Del-Claro, K. (2020). Differences in size and energy content affect the territorial status and mating success of a neotropical dragonfly. *Austral Ecology*, 45(6): 748–758.

Aucahuasi-Almidón, A.S. (2019). Análisis de tendencias de precipitación y temperatura (1970–2017) en la ciudad de Puerto Maldonado, Perú (Tesis de grado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco). Recuperada de <http://200.48.82.27/handle/UNSAAC/4769>

Bastos, R.C.; Brasil, L.S.; Carvalho, F.G.; Calvão, L.B.; Silva, J.O.A.; Juen, L. (2019). Odonata of the state of Maranhão, Brazil: Wallacean shortfall and priority areas for faunistic inventories. *Biota Neotropica*, 19(4): e20190734. doi: 10.1590/1676-0611-BN-2019-0734

Bota-Sierra, C.A.; Moreno-Arias, C.; Faasen, T. (2015). Preliminary list of Odonata from the Colombian Amazon, with descriptions of *Inpabasis nigradorsum* sp. nov. & *Diaphlebia richteri* sp. nov. (Coenagrionidae & Gomphidae). *International Journal of Odonatology*, 18(3): 249–268.

Bota-Sierra, C.A.; Maufray, B.; Palacino-Rodríguez, F.; Hofmann, J.; Tennessen, K.; Rache, L.; Tognelli, M.F. (2016). Estado de conservación de las libélulas de los Andes Tropicales. En M.F. Tognelli, C.A. Lasso, C.A. Bota-Sierra, L.F. Jiménez-Segura, N.A. Cox (Ed.), *Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales* (p. 67–104). Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Brasil, L.S.; Oliveira-Junior, J.M.; Calvão, L.B.; Carvalho, F.G.; Monteiro-Junior, C.S.; Dias-Silva, K.; Juen, L. (2018). Spatial, biogeographic and environmental predictors of diversity in Amazonian Zygoptera. *Insect Conservation and Biology*, 11: 174–184.

Butt, M. (1995). Odonata collected from the Tambopata-Candamo Reserved Zone, southeastern Peru, August 1992 - January 1993. *Notulae Odonatologicae*, 4: 93–97.

Calvão, L.B.; Juen, L.; Lima-Filho, G.F.; Oliveira-Junior, J.M.B.; Pinto, N.S.; De Marco, P. (2013). Thermoregulation and microhabitat choice in *Erythrodiplax latimaculata* Ris males (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 42(2): 97–108.

Calvão, L.B.; Nogueira, D.S.; De Assis-Montag, L.F.; Lopes, M.A.; Juen, L. (2016). Are Odonata communities impacted by conventional or reduced impact logging? *Forest Ecology and Management*, 382: 143–150.

Calvão, L.B.; Juen, L.; Oliveira-Junior, J.M.B.; Batista, J.D.; De Marco, P. (2018). Land use modifies Odonata diversity in streams of the Brazilian Cerrado. *Journal of Insect Conservation*, 22: 675–685.

Carpenter, S.R.; Stanley, E.H.; Vander-Zanden, M.J. (2011). State of the world freshwater: Physical, chemical and biological changes. *Annual Review of Environment and Resources*, 36: 75–99.

Carvalho, A.D.L. & Werneck-de-Carvalho, P.C. (2005). Descrição da larva de *Orthemis cultriformis* Calvert, 1899 (Insecta, Odonata, Libellulidae). *Arquivos do Museu Nacional*, 63(2): 267–273.

Carvalho, A.L.; Werneck-De-Carvalho, P.C.; Calil, E.R. (2002). Description of the larvae of two species of *Dasythemis* Karsch, with a key to the genera of Libellulidae occurring in the states of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil (Anisoptera). *Odonatologica*, 31(1): 23–33.

Carvalho, F.G.; De Oliveira-Roque, F.; Barbosa, L.; De Assis-Montag, L.F.; Juen, L. (2018). Oil palm plantation is not a suitable environment for most forest specialist species of Odonata in Amazonia. *Animal Conservation*, 21(6): 526–533.

Chambi-Pacompía, B.R. (2017). Diversidad y composición de Pteridofitas en tres formaciones vegetales en el río Los Amigos, Madre de Dios, Amazonía sur Peruana. *Q'euña*, 8: 51–66.

Chao, A.; Gotelli, N.J.; Hsieh, T.C.; Sander, E.L.; Ma, K.H.; Colwell, R.K.; Ellison, A.M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological monographs*, 84(1): 45–67.

Corbet, P.S. (1962). *A biology of dragonflies*. Londres, Gran Bretaña: Witherby.

Corbet, P.S. (1980). A biology of Odonata. *Annual Review of Entomology*, 25: 189–217.

Corbet, P.S. (1999). *Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata*. Nueva York, Estados Unidos: Cornell University.

De Almeida, M.V.O.; Pinto, Â.P.; Carvalho, A.D.L.; Takiya, D.M. (2013). When rare is just a matter of sampling: unexpected dominance of clubtail dragonflies (Odonata, Gomphidae) through different collecting methods at Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais State, Brazil. *Revista brasileira de Entomologia*, 57(4): 417–423.

De Marco, P. (1998). The Amazonian Campina dragonfly assemblage: patterns in microhabitat use and behaviour in a foraging habitat (Anisoptera). *Odonatologica*, 27(2): 239–248.

De Marco Jr., P. (2008). Libellulidae (Insecta: Odonata) from Itapiracó reserve, Maranhão, Brazil: new records and species distribution information. *Acta Amazonica*, 38(4): 819–822.

De Marco Jr., P. & Resende, D. C. (2002). Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage. *Odonatologica*, 31(2): 129–138.

De Marco Jr, P.; Latini, A.O.; Resende, D.C. (2005). Thermoregulatory constraints on behavior: patterns in a Neotropical dragonfly assemblage. *Neotropical Entomology*, 34(2): 155–162.

De Marmels, J. (1992). Caballitos del Diablo (Odonata) de las Sierras de Tapirapecó y Unturán, en el extremo sur de Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 14(1): 57–78.

De Souza, M.M.; Pires, E.P.; Brunismann, Â.G.; Milani, L.R.; Pinto, Â.P. (2017). Dragonflies and damselflies (Odonata) from the wetland of the Rio Pandeiros, northern region of Minas Gerais State, Brazil, with a description of the male of *Archaeogomphus vanbrinki* Machado (Anisoptera: Gomphidae). *International Journal of Odonatology*, 20(1): 13–26.

Dickens, J.K.; Schoenberger, D.; VanCompernelle, M. (2020). Guide to the Odonata of central Ñeembucú, Paraguay: indicator species of wetland habitats. *International Journal of Odonatology*, 23(3): 239–289.

Dijkstra, K.D.B.; Monaghan, M.T.; Pauls, S.U. (2014). Freshwater biodiversity and aquatic insect diversification. *Annual review of entomology*, 59: 143–163.

Elme Tumpay, A. (2018). Estudio de los odonata (Insecta) de los ecosistemas altoandinos de la región del Cusco (Tesis de grado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco). Recuperado de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/3820>

Fauth, J.E.; Bernardo, J.; Camara, M.; Resetarits, W.J.; Van Buskirk, J.; McCollum, S.A. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *American Naturalist*, 147(2): 282–286.

Finer, M. & Mamani, N. (2017). Pérdida de Carbono por deforestación en la Amazonía Peruana. MAAP: 81. Monitoring of the Andean Amazon Project. Recuperado de <https://maaproject.org/2018/peru-carbono/>

Finer, M. & Mamani, N. (2018). Reducción de bosques primarios de la Amazonía Peruana. MAAP: 93. Monitoring of the Andean Amazon Project. Recuperado de <https://maaproject.org/2018/bosques-primarios-peru/>

Finer, M.; Mamani, N.; García, R.; Novoa, S. (2018). Hotspots de Deforestación en la Amazonía Peruana, 2017. MAAP: 78. Monitoring of the Andean Amazon Project. Recuperado de <https://maaproject.org/2018/hotspots-peru-2017/>

Finer, M.; Villa, L.; Mamani, N. (2018). La Minería Aurífera continúa devastando la Amazonía Peruana Sur. MAAP: 87. Monitoring of the Andean Amazon Project. Recuperado de <https://maaproject.org/2018/mineria-mdd/>

Flores Choquejahuá, N. Z. (2014). La comunidad de odonatos adultos en los humedales de Ite, provincia de Jorge Basadre Grohmann (Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre). Recuperado de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1910>

Ford, J. (1989). The effects of chemical stress on aquatic species composition and community structure. En S.A. Levi (Ed.), *Ecotoxicology: problems and approaches* (p. 99-144). Nueva York, Estados Unidos: Springer.

Garrison, R.W. (2004). An analysis of the *Psaironeura tenuissima* complex, including synonymy of *P. machadoi* De Marmels with *P. bifurcata* Sjöstedt (Zygoptera: Protoneuridae). *Odonatologica*, 33(1): 83–89.

Garrison, R.W. (2009). A synopsis of the genus *Telebasis* (Odonata: Coenagrionidae). *International Journal of Odonatology*, 12(1): 1–121.

Garrison, R.W.; von Ellenrieder, N.; Louton, J.A. (2006). Dragonfly Genera of the New World. An illustrated and Annotated Key to the Anisoptera. Baltimore, Estados Unidos: John Hopkins University.

Garrison, R.W.; von Ellenrieder, N.; Louton, J.A. (2010). Damselfly Genera of the New World. An illustrated and Annotated Key to the Anisoptera. Baltimore, Estados Unidos: John Hopkins University.

Giacomini, H.C. & De Marco Jr., P. (2008). Larval ecomorphology of 13 Libellulidae (Anisoptera, Odonata) of the Middle Rio Doce Valley, Minas Gerais, Brazil/Ecomorfologia larval de 13 Libellulidae (Anisoptera, Odonata) do Vale do Medio Rio Doce, MG, Brasil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(1): 219–228.

Gilmore, M.P.; Endress, B.A.; Horn, C.N. (2013). The socio-cultural importance of *Mauritia flexuosa* palm swamps (aguajales) and implications for multi-use management in two Maijuna communities of the Peruvian Amazon. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 9: 29.

Grizzetti, B.; Lanza, D.; Lique, C.; Reynaud, A.; Cardoso, A.C. (2016). Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science and Policy*, 61: 194–203.

Guillermo-Ferreira, R. & Bispo, P.D.C. (2013). Description of the larva of *Telebasis griffinii* (Martin, 1896) (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica*, 42(4): 383–387.

Hamilton, S.K.; Kellndorfer, J.; Lehner, B.; Tobler, M. (2007). Remote sensing of floodplain geomorphology as a surrogate for biodiversity in a tropical river system (Madre de Dios, Peru). *Geomorphology*, 89(1-2): 23–38.

Harabiš, F. & Dolný, A. (2010). Ecological factors determining the density-distribution of Central European dragonflies (Odonata). *European Journal of Entomology*, 107: 571–577.

Harabiš, F. & Dolný, A. (2011). The effect of Ecological determinants on the dispersal abilities of central european dragonflies (Odonata). *Odonatologica*, 40(1): 17–318.

Hedlund, J.; Ehrnsten, E.; Hayward, C.; Lehmann, P.; Hayward, A. (2020). New records of the Paleotropical migrant *Hemianax ephippiger* in the Caribbean and a review of its status in the Neotropics. *International Journal of Odonatology*, 23(4): 315–325.

Hoffmann, J. (1991). *Perithemis parzefalli* spec. nov. (Anisoptera: Libellulidae), a new dragonfly from Peru. *Revista peruana de Entomologia*, 33: 9–101.

Hoffmann, J. (2009). Summary catalogue of the Odonata of Perú. Kommentiertes Faksimile des Manuskripts von J. COWLEY, Cambridge, 20.05.1933 und aktuelle Liste der Odonaten Perus mit Fundortangaben sowie Historie zu Sammlern und Odonatologen in Peru. IDF-Report, 16: 1–117.

Hoffmann, J.; Paulson, D.; Tennessen, K. (2016). *Acanthagrion obsoletum*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49254721A49255085.en>

Janovec, J.P.; Householder, E.; Tobler, M.; Valega, R.; Von May, R.; Araujo, J.; Zelski, J.;... Perez-Quijano, M. (2013). Evaluación de los actuales impactos y amenazas inminentes en aguajales y cochas de Madre de Dios, Perú. Lima, Perú: World Wildlife Fund.

Juárez, G. & González, U. (2017). Contribución al conocimiento de los Odonata (Insecta) de la Región Piura, Perú. *Archivos Entomológicos*, 17: 21–26.

Juen, L. & De Marco, P. (2011). Odonate biodiversity in terra-firme forest streamlets in Central Amazonia: on the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents. *Insect Conservation and Diversity*, 4: 265–274.

Juen, L.; Ramos-Cabette, H.S.; De Marco, P. (2007). Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. *Hydrobiologia*, 579: 125–134.

Juen, L.; Oliveira-Junior, J.M.B.; Shimano, Y.; Mendes, T.P.; Cabette, H.S.R. (2014). Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta Amazonica*, 44(2): 175–184.

Kalkman, V.J.; Clausnitzer, V.; Dijkstra, K.D.B.; Orr, A.G.; Paulson, D.R.; van Tol, J. (2008). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiology*, 595: 351–363.

Khelifa, R. (2019). Sensitivity of biodiversity indices to life history stage, habitat type and landscape in Odonata community. *Biological Conservation*, 237: 63–69.

Klein, C.E.; Pinto, N.S.; Spigoloni, Z.A.V.; Bergamini, F.M.; De Melo, F.R.; De Marco J, P.; Juen, L. (2018). The influence of small hydroelectric power plants on the richness and composition of Odonata species in the Brazilian Savanna. *International Journal of Odonatology*, 21(1): 33–44.

Letsch, H.; Gottsberger, B.; Ware, J.L. (2016). Not going with the flow: a comprehensive time-calibrated phylogeny of dragonflies (Anisoptera: Odonata: Insecta) provides evidence for the role of lentic habitats on diversification. *Molecular ecology*, 25(6): 1340–1353.

Louton, J.A.; Garrison, R.W.; Flint, O.S. (1996). The Odonata of Parque Nacional Manu, Madre de Dios, Peru, National History, Species Richness and Comparisons with Other Peruvian Sites. En D.E. Wilson y A. Sandoval (Eds.), *Manu, the biodiversity of southeastern Peru* (p. 431-449). Smithsonian Institution.

Lozano, F.; Muzon, J.; Scattolini, C. (2012). Description of the final stadium larva of *Telebasis obsoleta* (Selys, 1876) (Odonata: Coenagrionidae). *Zootaxa*, 3186(1): 54–58.

Lozano, F. & Muzón, J. (2020). *Acanthagrion apicale*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T49254631A49255057.en>

Maco-García, J. (2006). Tipos de ambientes acuáticos de la Amazonía peruana. *Folia amazónica*, 15(1-2): 131–140.

Martel, C. & Cairampoma, L. (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en “CICRA”, Madre de Dios (Perú). *Ecología Aplicada*, 11(2): 59–65.

Mauffray, W. F. & Tennessen, K.J. (2019). A Catalogue and Historical Study of the Odonata of Ecuador. *Zootaxa*, 4628(1): 1–265.

May, M.L. y Matthews, J.H. (2008). Migration in Odonata: a case study of *Anax junius*. En A. Córdoba-Aguilar (Ed.), *Dragonflies and Damselflies. Model organism for ecological and evolutionary research*. (p. 63-77). Sofía, Bulgaria: Oxford University.

Mc Peek, M.A. (2008). Ecological factors limiting the distributions and abundances of Odonata. En A. Córdoba-Aguilar (Eds.), *Dragonflies and Damselflies. Model organism for ecological and evolutionary research* (p. 51-62). Sofía, Bulgaria: Oxford University.

Meléndez Quinto, J.M. (2018). Odonatofauna larval de ríos, humedales y otros sistemas acuáticos en Lima Metropolitana, Perú (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3735>

Miguel, T.B.; Calvão, L.B.; Vital, M.V.C.; Juen, L. (2017). A scientometric study of the order Odonata with special attention to Brazil. *International Journal of Odonatology*, 20(1): 27–42.

Michalski, J. (1990). Some Additional Records on the Odonata of Trinidad. *Living World, Journal of the Trinidad and Tobago Field Naturalists' Club*, 1990: 22–24.

Monteiro-Júnior, C.D.S.; Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Juen, L. (2013). Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology*, 16(2): 135–144.

Monteiro-Júnior, C.D.S.; Juen, L.; Hamada, N. (2014). Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia. *Landscape and Urban Planning*, 127: 28–40.

Monteiro-Junior, C.D.S.; Juen, L.; Hamada, N. (2015). Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin: Adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Ecological indicators*, 48: 303–311.

Moreno, C.E. (2001). *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Veracruz, México: Universidad Veracruzana.

Moreno, C.E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N.P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4): 1249–1261.

Niemack, R. S.; Bennett, D. J.; Hinojosa-Díaz, I.; Chaboo, C. S. (2012). A contribution to the knowledge of the orchid bee fauna of the Los Amigos Biological Station, Madre de Dios, Peru (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Check List*, 8(2): 215–217.

Oertli, B. (2008). The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. En A. Córdoba-Aguilar (Ed.), *Dragonflies and Damselflies. Model organism for ecological and evolutionary research* (p. 79-97). Nueva York, Estados Unidos: Oxford University.

Oertli, B.; Auderset-Joye, D.; Castellar, E.; Juge, R.; Lehmann, A.; Lachavanne, J.B. (2005). PLOCH: A standardized method for sampling and assessing the biodiversity in ponds. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 15: 665–679.

Oliveira-Junior, J.M.B.; De Marco Jr., P.; Dias-Silva, K.; Leitão, R.P.; Leal, C.G.; Pompeu, P.S.; Gadner, T.A.;... Juen, L. (2017). Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams. *Limnologica*, 66: 31-39.

Oppel, S. (2005). Habitat associations of an Odonata community in a lower montane rainforest in Papua New Guinea. *International Journal of Odonatology*, 8(2): 243–257.

Paulson, D.R. (1985). Odonata of the Tambopata Reserved Zone, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 27: 9–14.

Paulson, D.R. (2002). Odonata records from Nayarit and Sinaloa, Mexico, with comments on natural history and biogeography. *Odonatologica*, 31(4): 359–370.

Paulson, D.R. (2006). The importance of forest to Neotropical dragonflies. En A. Cordero-Rivera (Ed.), *Forest and Dragonflies* (p. 79-101). Sofía, Bulgaria: Pensoft Publishers.

Paulson, D.R. (2017a). *Tauriphila argo*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T49254698A49256165.en>.

Paulson, D.R. (2017b). *Erythemis peruviana*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T49254729A49255821.en>

Paulson, D.R. (2017c). *Erythrodiplax fusca*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T49254456A49255869.en>

Paulson, D.R. (2017d). *Brachymesia herbida*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T164954A80683963.en>

Paulson, D.R. (23 de diciembre de 2020). South American Odonata. Slater Museum of Natural History. University of Puget Sound. Recuperado de <https://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/south-american-odonata/>

Pinto, N.S. (2011). Ocorrência de *Orthemis cultriformis* (Calvert) (Odonata: Libellulidae) para o Estado de Goiás (Brasil). *EntomoBrasilis*, 4(1): 36-37.

Rache, L.; Acero, A.; Alfonso, S.; Silva, J.D.R. (2013). Primer registro de los géneros *Diaphlebia* Selys, 1854, *Argyrothemis* Ris 1909 y *Fylgia* Kirby 1889 para Colombia (Odonata: Gomphidae, Libellulidae). *Entomotropica*, 28(2): 95-97.

Rehn, A.C. (2003). *Oligoclada teretidentis* spec. nov. from eastern Ecuador (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 32(2): 171-175.

Rensburg, A.J. & Turner, M.G. (2009). Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(1): 44–56.

Resende, D.C. & De Marco, P. (2010). First description of reproductive behavior of the Amazonian damselfly *Chalcopteryx rutilans* (Rambur)(Odonata, Polythoridae). *Revista brasileira de Entomologia*, 54(3): 436–440.

Rippel, C.G.; Neiss, U.G.; Del Palacio, A.; Schröder, N.M.; Fleck, G.; Hamada, N.; Martí, D.A.; Schweigmann, N.J. (2020). Description of the last-instar larva of *Zenithoptera lanei* Santos, 1941 (Odonata: Libellulidae). *Zootaxa*, 4732(3): 488–494.

Rodrigues, M.E.; Moura, E.B.; Roque, F.O. (2019). Dragonflies as indicators of the environmental conditions of veredas in a region of central-western Brazil. *Oecologia Australis*, 23(4): 969–978.

Rosset, V.; Ruhi, A.; Bogan, M.T.; Datry, T. (2017). Do lentic and lotic communities respond similarly to drying?. *Ecosphere*, 8(7): e01809. doi: doi.org/10.1002/ecs2.1809

Sánchez-Rojas, G. & Rojas-Martínez, A. (2007). *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Schindler, M.; Fesl, C.; Chovanec, A. (2003). Dragonfly associations (Insecta: Odonata) in relation to habitat variables: a multivariate approach. *Hydrobiologia*, 497: 169-180.

Seidu, I.; Nsor, C.A.; Danquah, E.; Tehoda, P.; Oppong, S.K. (2019). Patterns of Odonata assemblages in lotic and lentic systems in the Ankasa Conservation Area, Ghana. *International Journal of Zoology*, 3094787. doi: 10.1155/2019/3094787

Sioli, H. (1968). Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon Region. *Amazoniana, Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas*, 1(3): 267–277.

Souza, L.O.I. (2003). A influência dos fatores ambientais na distribuição da fauna de Odonata (Insecta) em riachos da Serra da Bodoquena (Tesis de maestría, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande). Recuperada de <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1931>

Tennessee, K.J. (2004). *Acanthagrion aepiolum* sp. nov. from South America (Odonata: Coenagrionidae). *International Journal of Odonatology*, 7(1): 79–86.

Tennessee, K. (2015). Four new species of *Calvertagrion* St. Quentin from South America (Odonata. Coenagrionidae). *Odonatologica*, 44(3): 397–430.

Terborgh, J. & Davenport, L. (2013). Cochass del río Manu: Causas y consecuencias de sus estados. En J. Groenendijk, A. Tovar y W.H. Wust. (Eds). *Reporte Manu 2013: Pasión por la investigación en la Amazonía peruana*. Lima, Perú: Tarea Asociación gráfica educativa.

Thieme, M.; Lehnera, B.; Abella, R.; Hamilton, S.K.; Kellendorferd, J.; Powella, G.; Riveros, J.C. (2007). Freshwater conservation planning in data-poor areas: An example from a remote Amazonian basin (Madre de Dios River, Perú and Bolivia). *Biological conservation*, 135: 500–517.

Tiwari, J.; Ankit, S.; Kumar, S.; Korstad, J.; Bauddh, K. (2018). Eco restoration of polluted aquatic ecosystems through rhizofiltration. En V.C. Pandey y K. Bauddh (Eds.). *Phytomanagement of Polluted Sites* (p. 179-201). California, Estados Unidos: Elsevier.

Tobler, M.W.; Carrillo-Percastegui, S.E.; Zúñiga-Hartley, A.; Powell, G.V.N. (2013). High jaguar densities and large population sizes in the core habitat of the southwestern Amazon. *Biological conservation*, 159: 375–381.

Veras, D.S.; Lustosa, G.S.; Moura, L.P.; Ferreira, M.F.R.; Juen, L. (2020). Differences in land use modify Odonata assemblages in the Cerrado-Caatinga ecotone. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32. doi: 10.1590/S2179-975X7119

von Ellenrieder. (2009a). Five new species of *Orthemis* from South America (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 12(2): 347–381.

von Ellenrieder, N. (2009b). *Chalcopteryx rutilans*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T158873A5285853.en>

von Ellenrieder, N. (2009c). *Telebasis rubricauda*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T159044A5315072.en>

von Ellenrieder, N. (2009d). *Perithemis lais*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T158876A5286230.en>

von Ellenrieder, N. (2009e). *Perithemis parzefalli*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T159000A5303449.en>

von Ellenrieder, N. (2009f). *Micrathyria tibialis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T158826A5279084.en>

von Ellenrieder, N. (2009g). *Nephepeltia leonardina*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T158834A5280332.en>

von Ellenrieder, N. (2009h). *Perithemis rubita*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T158928A5293450.en>

von Ellenrieder, N. (2012). The *levis* group of *Orthemis* revisited: a synopsis including a synonymy and description of six new species of *Orthemis* from South America (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 15(3): 115–207.

von Ellenrieder, N. (2013). A revisión of *Metaleptobasis* Calvert (Odonata: Coenagrionidae) with seven synonymies and the description of eighteen new species from South America. *Zootaxa*, 3738(1): 1–155.

von Ellenrieder, N. (2014). A synopsis of the Neotropical genus *Nephepeltia* (Odonata: Libellulidae), including description of a new species, synonymies, and a key to males. *Zootaxa*, 3796(1): 121–146.

von Ellenrieder, N. & Garrison, R.W. (2011). Odonata from Tiputini, Orellana Province, Ecuador. *Agrion*, 15(2): 40–46.

von Ellenrieder, N. & Garrison, R.W. (2017). A synopsis of the Neotropical genus *Protoneura* (Odonata: Coenagrionidae). *Zootaxa*, 4361(1): 1-76.

von Ellenrieder, N. & Garrison, R. (2018). Dragonflies and damselflies of the upper Berbice river region. En L.E. Alonso, J. Persaud y A. Williams (Eds.), Biodiversity Assessment Survey of the Upper Berbice Region (p. 34–54). Georgetown, Guyana: World Wildlife Fund.

von May, R.; Siu-Ting, K.; Jacobs, J.M.; Medina-Muller, M.; Gagliardi, G.; Rodriguez, L.O.; Donnelly, M.A. (2008). Species diversity and conservation status of amphibians in Madre de Dios, southern Perú. *Herpetological Conservation and Biology*, 4(1): 14–29.

Walker, I. (1987). The biology of streams as part of Amazonian forest ecology. *Experientia*, 43: 279-287.

Westfall, M.J. (1992). Notes on *Micrathyria*, with descriptions of *M. pseudeximia* sp. n., *M. occipita* sp. n., *M. dunklei* sp. n. and *M. divergens* sp. n.(Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 21(2): 203–218.

Wetzel, R.G. (2001). *Limnology. Lakes and river ecosystems*. California, Estados Unidos: Academic Press.

Worthen, W.B. (2017). Perch selection in a guild of tropical dragonflies (Odonata: Libellulidae): relationships with body size and thermal ecology. *International Journal of Odonatology*, 20(2): 63–78.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Variables ambientales en la “Estación Biológica Los Amigos” en el mes de mayo durante los días de muestreo.

Localidad	Zona de muestreo	Repetición	Fecha	Hora	Insolación	Nubosidad	T° (máx.)	P (mm)
Cocha Lobos	P1	1	02/5/2018	12:10 - 12:25	Soleado	0 %	27	1,4
		2	05/5/2018	12:00 - 12:15	Soleado	0 %	23	25,4
		3	09/5/2018	12:15-12:30	Sombra	75 %	27	0
	P2	1	02/5/2018	13:55-13:10	Sombra	0 %	27	1,4
		2	05/5/2018	12:30-12:45	Sombra	75 %	23	25,4
		3	09/5/2018	11:54-12:09	Soleado	0 %	27	0
	P3	1	02/5/2018	13:40-13:55	Soleado	0 %	27	1,4
		2	05/5/2018	13:00-13:15	Soleado	0 %	23	25,4
		3	05/5/2018	13:00-13:15	Soleado	0 %	27	0
	P4	1	05/5/2018	13:25-13:40	Soleado	50 %	23	25,4
		2	09/5/2018	13:08-13:24	Soleado	0 %	27	0
		3	05/5/2018	11:45-12:00	Soleado	0 %	23	25,4
Pozo Don Pedro	P1	1	01/5/2018	12:02-12:17	Sombra	100 %	28	3,8
		2	04/5/2018	13:15-13:30	Sombra	100 %	25	24,4
		3	08/5/2018	11:15-11:30	Soleado	0 %	27	0,2

Continuación...

Localidad	Zona de muestreo	Repetición	Fecha	Hora	Insolación	Nubosidad	T° (máx.)	P (mm)
Pozo Don Pedro		1	01/5/2018	13:10-13:25	Sombra	50%	28	3,8
		2	04/5/2018	13:33-13:48	Sombra	100%	25	24,4
		3	08/5/2018	11:40-11:55	Sombra	0%	27	0,2
	P3	1	01/5/2018	11:00-11:15	Soleado	0%	28	3,8
		2	04/5/2018	13:58-14:13	Sombra	100%	25	24,4
		3	08/5/2018	12:15-12:30	Soleado	0%	27	0,2
Quebrada	P1	1	03/5/2018	11:00-11:30	Soleado	0%	29	2,6
		2	07/5/2018	13:40-14:10	Soleado	25%	24	22,8
		3	10/5/2018	11:15-11:45	Sombra	0%	29	10,08
	P2	1	03/5/2018	13:30-14:00	Sombra	25%	29	2,6
		2	07/5/2018	12:15-12:45	Sombra	50%	24	22,8
		3	10/5/2018	12:44-13:15	Soleado	0%	29	10,08

Nota. T°(máx.) = Temperatura máxima diaria en °C, P (mm) = Precipitación acumulada diaria en milímetros.

Anexo 2. Variables ambientales en la “Estación Biológica Los Amigos” en el mes de octubre durante los días de muestreo.

Localidad	Zona de muestreo	Repetición	Fecha	Hora	Insolación	Nubosidad	T° (máx.)	P (mm)
Cocha Lobos	P1	1	03/10/2018	12:00-12:15	Soleado	0 %	30	4
		2	09/10/2018	11:35-11:50	Sombra	50 %	25	10
		3	12/10/2018	11:15-11:30	Sombra	100 %	29	0,5
	P2	1	03/10/2018	12:25-12:40	Sombra	0 %	30	4
		2	09/10/2018	11:55-12:10	Sombra	0 %	25	10
		3	12/10/2018	11:40-11:55	Sombra	100 %	29	0,5
	P3	1	03/10/2018	12:55-13:10	Soleado	0 %	30	4
		2	09/10/2018	12:20-12:35	Soleado	0 %	25	10
		3	12/10/2018	13:50-14:05	Soleado	75 %	29	0,5
	P4	1	03/10/2018	13:20-13:35	Soleado	0 %	30	4
		2	09/10/2018	12:45-13:00	Soleado	50 %	25	10
		3	12/10/2018	14:06-14:21	Sombra	50 %	29	0,5
Pozo Don Pedro	P1	1	02/10/2018	11:00-11:15	Soleado	0 %	31	3
		2	07/10/2018	11:40-11:55	Soleado	0 %	29	0
		3	11/10/2018	11:00-11:30	Soleado	0 %	29	0
	P2	1	02/10/2018	12:07-12:22	Sombra	25 %	31	3
		2	07/10/2018	12:00-12:15	Soleado	50 %	29	0
		3	11/10/2018	11:40-11:55	Soleado	50 %	29	0

Continuación...

Localidad	Zona de muestreo	Repetición	Fecha	Hora	Insolación	Nubosidad	T° (máx.)	P (mm)
Pozo Don Pedro	P3	1	02/10/2018	12:37-12:52	Soleado	0 %	31	3
		2	07/10/2018	12:20-12:35	Soleado	0 %	29	0
		3	11/10/2018	12:10-12:25	Soleado	75 %	29	0
Quebrada	P1	1	05/10/2018	12:00-12:30	Soleado	100 %	28	6
		2	06/10/2018	12:00-12:30	Soleado	0 %	25	1
		3	10/10/2018	11:00-11:30	Soleado	0 %	28	0,3
	P2	1	05/10/2018	12:00-12:30	Soleado	100 %	28	6
		2	06/10/2018	13:30-14:00	Sombra	0 %	25	1
		3	10/10/2018	13:30-14:00	Soleado	50 %	28	0,3

Nota. T°(máx.) = Temperatura máxima diaria en °C, P (mm) = Precipitación acumulada diaria en milímetros.

Anexo 3. Distancia entre las diferentes zonas de muestreo dentro de las localidades evaluadas en la Estación Biológica Los Amigos.

Localidad	Tramo	Distancia
Quebrada	P1 – P2	1795 m
	P1 – P2	32 m
Pozo Don Pedro	P2 – P3	57 m
	P1 – P3	49 m
Cocha Lobos	P1 – P2	35 m
	P2 – P3	82 m
	P3 – P4	128 m
	P1 – P4	212 m