

# **Análisis de diversidad arbórea en un bosque primario y secundario dentro de la Estación Biológica Kawsay**

Janeth Nuñoncca Chuctaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Agustín

## **I. INTRODUCCION**

La Amazonia es una de las comunidades con mayor biodiversidad de la tierra albergando dos tercios de todas las especies conocidas. Y cubren alrededor del 10% de la superficie terrestre y representan el 40% del carbón almacenado en la vegetación viva y son sumideros importantes de carbón a nivel mundial (Cooper et al. 2024). La Amazonía peruana abarca el 60% de la superficie del territorio. Comprende varios ecosistemas, como bosques de terraza alta, bosque de terraza baja, bosques aluviales inundables o inundados, y ecosistemas acuáticos (USAID, 2024; Sernanp, 2023). Madre de Dios es considerada como una de las zonas de alta diversidad por su alta tasa de endemismo. Las amenazas como el cambio climático, la tala, la agricultura intensiva y la minería se encuentran afectándola. Por lo cual, se debe tener conocimiento de la flora y fauna presente. Los estudios de diversidad ayudan a estimar la riqueza, y, por ende, la cuantificación del esfuerzo de conservación, es decir, contribuyen a implementar estrategias de conservación sostenible. Cazzolla et al. (2019) nos indica que la diversidad arbórea es útil para ayudarnos a inferir mecanismos evolutivos.

De esta forma, se puede predecir el actuar de los mismos mecanismos en el futuro. Esto nos ayuda a conocer que sistemas son más resistentes contra el cambio climático y conocer un porcentaje de las especies raras que son vulnerables al riesgo de extinción que ayuda a gestionar la conservación de la biodiversidad. La última premisa es reforzada por Draper et al. (2021), quienes indican que la mayoría de especies de árboles amazónicos son extremadamente raros y que se deben considerar todos los estratos forestales para comprender patrones de dominancia y composición (Cazzolla et al. 2019). Los índices que se emplean para medir la diversidad dependen del esfuerzo de muestreo y proporcionan información científica que apoya la gestión de la conservación de un área de estudio (Nina et al. 2018). El índice con mayor facilidad para un estudio piloto son los índices de Fisher “S” y Shannon-Wiener “H”.

La diversidad alfa de Fisher proporciona información tanto de la riqueza y de las abundancias relativas, proporcionando ambos aspectos de la biodiversidad (Ter et al., 2023) y es menos sensible a los patrones de dominancia. El índice de Chao es un estimador de riqueza que se ajusta a la riqueza observada para tener en cuenta especies raras y no detectadas. Mientras mayor sea su estimación, indica una comunidad con

especies raras, pero es sensible a la cuantificación precisa de los números únicos y duplicados (Cazzolla et al. 2019). Por último, el índice de Shannon- Wiener generalmente varía entre los valores de 1.5 y 3.5 y refleja la heterogeneidad de una comunidad en base a las especies presentes y la abundancia relativa.

Este estudio tiene por objetivo estimar la diversidad arbórea dentro de un bosque primario y secundario dentro de la Estación Biológica Kawsay, y realizar una comparación con la literatura presente.

## II. METODOLOGIA

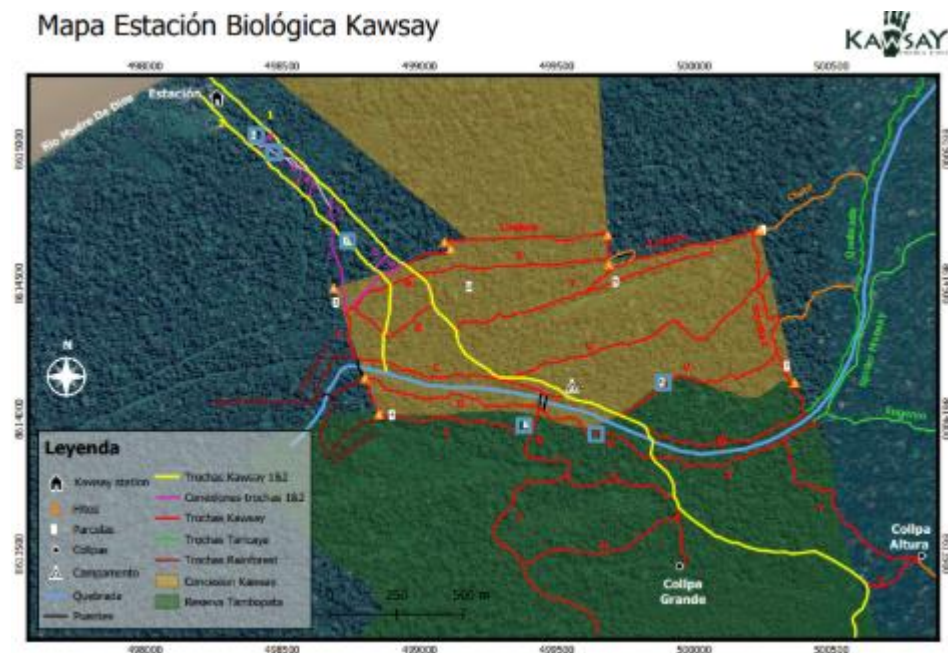
### 1. Area de estudio

La investigación se realizó en la Concesión de Conservación Kawsay y parte del predio privado y, ubicada en el margen derecho del bajo Madre de Dios, específicamente, en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, entre los sectores Briolo y Sandoval. Las coordenadas de su ubicación son UTM: 499200 E 8614400 N. Presenta un bosque aluvial inundable debido a que se inunda temporalmente, presentando aumentos de caudal durante la estación lluviosa.

El bosque secundario se caracterizó por la cercanía hacia la estación y al área de los vecinos; porque dentro se realizó años atrás extracción de madera. Se evaluó tres parcelas dentro de bosque secundario.

Dentro de bosque primario se evaluaron tres parcelas, áreas que se encuentran dentro de la zona amortiguamiento y paralelo a la quebrada. En total se evaluaron 0,6 ha entre las seis parcelas.

**Figura 1.** Mapa de la estación biológica Kawsay. Obtenido de la propia estación.



## 2. Protocolo de muestreo

El muestreo se realizó en parcelas de 20x50 m, valor de 0.1 ha, con 3 repeticiones dentro de un bosque primario y otro dentro de un bosque secundario. La toma de datos se llevó durante los meses de enero y febrero del 2025. En cada parcela se excluyó los árboles que presentaron un valor de DAP menor a 10 cm y las lianas; y el punto óptimo de medición (POM) fue de 1,30 m de altura. Se codificó los árboles, se tomó apuntes de presencia de látex, resina o goma, características organolépticas; características esenciales de algunas familias. Se usó binoculares para conocer su filotaxia o ver el tipo de hoja de árboles de gran altura y se recolectaron las hojas caídas. Se empleó una tijera telescópica para la colecta de las muestras; posteriormente se insertó un pedazo de cinta *masking tape* en el peciolo de la hoja con un código secuencial.

## 3. Identificación de las muestras

La identificación se realizó en base a data existente dentro de la estación, revisión de claves, listados, páginas Web del IPNI, Trópicos (<http://www.ipni.org/>; <http://www.tropicos.org/>), consultando a los especialistas y de acuerdo a la base de datos de otras parcelas ya evaluadas en el área de estudio. La estandarización de los nombres de los géneros y familias fueron basados en la clasificación filogenética de las Angiospermas, APG IV (2016). Se consultaron herbarios en línea: La página del Neotropical Herbarium Specimens (<https://www.fieldmuseum.org>), ForestPlots.net (<https://forestplots.net/>), Atrium (<https://atrium.andesamazon.org/>) y WFO The Plant List (<https://wfoplantlist.org/>).

## 4. Análisis de los datos

Se determinó la riqueza y diversidad, por lo cual, se realizó un inventario de especies identificadas hasta el nivel de familia y género/especie en una hoja de cálculo de Excel. La riqueza se calculó según el número de especies identificadas en las parcelas y se estimó mediante el índice de Chao 1 (Nina et al. 2018). Para las gráficas, se empleará el programa Past 4.0. La diversidad arbórea alfa fue estimada mediante los índices de Fisher “S” y Shannon-Wiener “H” (Álvarez et al. 2021).

### III.RESULTADOS

#### 1. Diversidad alfa y beta

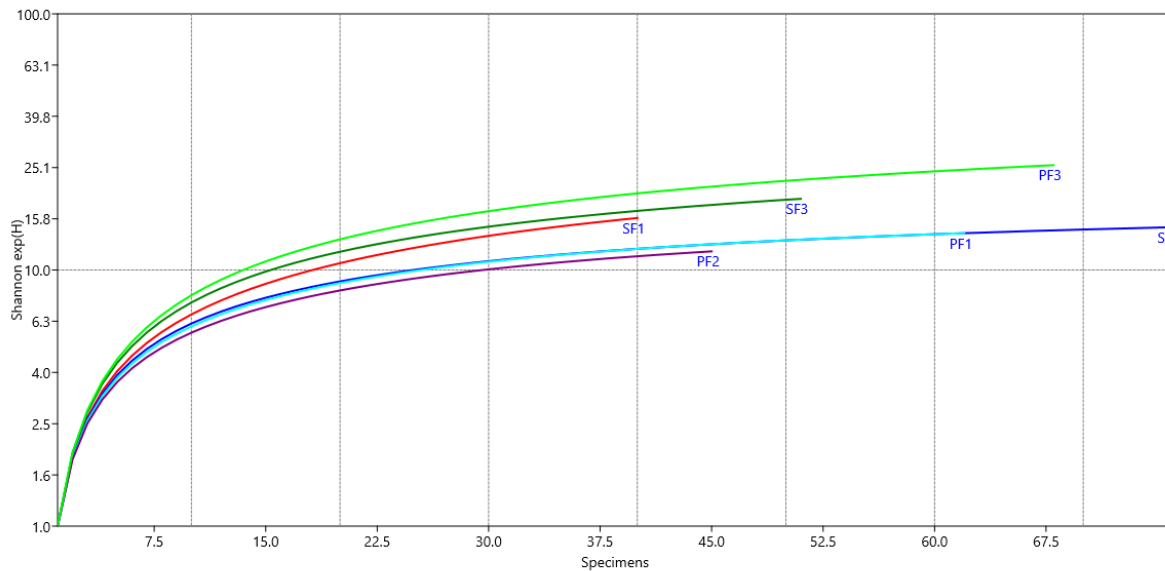
##### Diversidad alfa

El bosque secundario está representado por tres parcelas, de los cuales la parcela (SF3), ubicada cercanamente dentro del área cercana de bosque primario presenta un valor alto de 2.943, a diferencia, de la parcela SF2 que es un área en donde se realizó tala hace 50 años con un valor de 2.687 y un Fisher-alfa de 12,99, este último nos indica mayor homogeneidad especialmente con la especie *Sapium marmieri*, conocido como “leche leche”. Dentro del bosque primario se observa que la parcela PF3 presenta una heterogeneidad mayor a diferencia de PF1 y PF2 (fig.1), estas últimas presentan un bajo y similar valor. El índice de Simpson (1-D) es cercano a 1 para SF3 y PF3, lo cual no indica que presenta menor dominancia en comparación a otras. El estimador Chao-1 para PF3 es mayor, a diferencia, de las otras parcelas, indicándonos que la cantidad de especies que se debería encontrar es mayor, por el contrario, SF2 presenta un valor bajo dentro del bosque secundario a pesar de tener solo de diferencia una especie con SF1, sin embargo, debido a una mayor dominancia, también el valor de Chao-1 es menor (Tabla 1).

**Tabla 1.** Estimación de índices de diversidad alfa de Shannon-Wiener y a-Fisher para las tres parcelas de bosque secundario y tres parcelas de bosque primario, respectivamente.

Índice de diversidad	Parcelas					
	Bosque secundario			Bosque primario		
	SF1	SF2	SF3	PF1	PF2	PF3
Shannon_H	2.77	2.687	2.943	2.634	2.47	3.245
Fisher_alfa	25.33	12.99	21.24	13.24	13.8	28.97
Simpson_1-D	0.8869	0.885	0.927	0.8689	0.8454	0.9442
Chao-1	49.5	31.88	53.2	26.6	31	85.6

**Figura 1.** Curva de rarefacción basada en el índice de Shannon-H



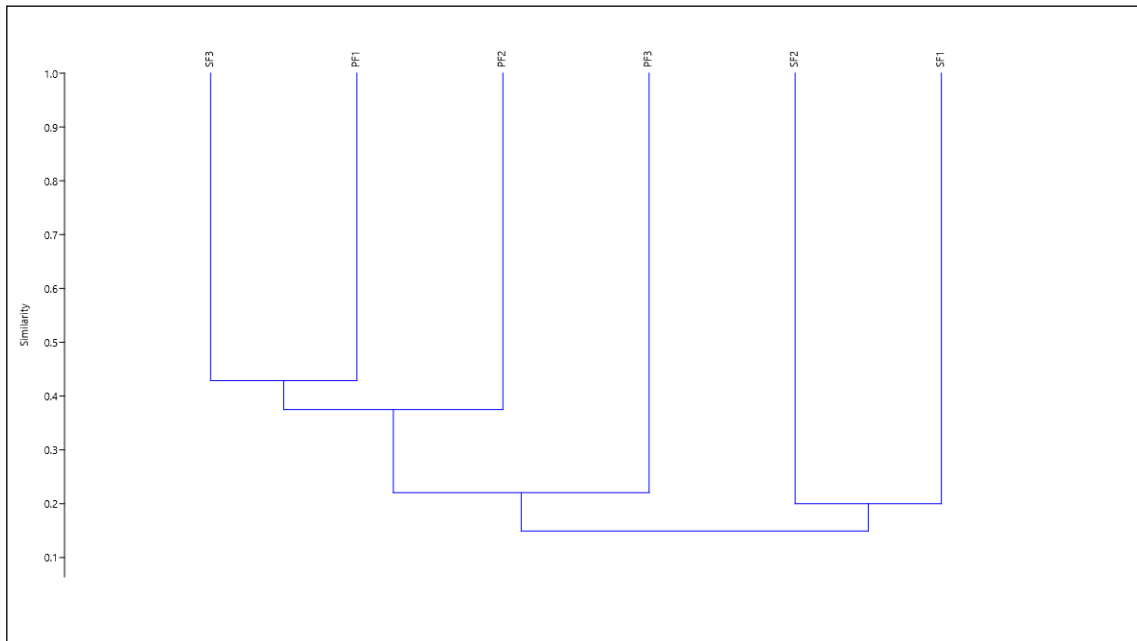
### Similitud

El índice de Bray-Curtis muestra una similitud en base a las abundancias desde un rango de 0 a 1. Dentro de bosque secundario existe una disimilitud alta entre SF1 y SF3. Por otro lado, existe una similitud de 40 o 50% entre la parcela de transición de bosque primario a secundario (SF3) y las otras parcelas de bosque primario. Se observa que SF2 y SF1 presentan una mayor similitud (fig. 2). Dentro del bosque primario las parcelas PF1 y PF2 presentan una similitud de 44%, a diferencia de PF3 que es menor la similitud respecto a las otras dos.

**Tabla 2.** Similitud entre las parcelas estudiadas, usando el índice de similitud de Bray-Curtis.

	SF1	SF2	SF3	PF1	PF2	PF3
SF1	1.000	0.143	0.000	0.167	0.222	0.143
SF2	0.143	1.000	0.067	0.214	0.353	0.273
SF3	0.000	0.067	1.000	0.429	0.500	0.200
PF1	0.167	0.214	0.429	1.000	0.444	0.357
PF2	0.222	0.353	0.500	0.444	1.000	0.353
PF3	0.143	0.273	0.200	0.357	0.353	1.000

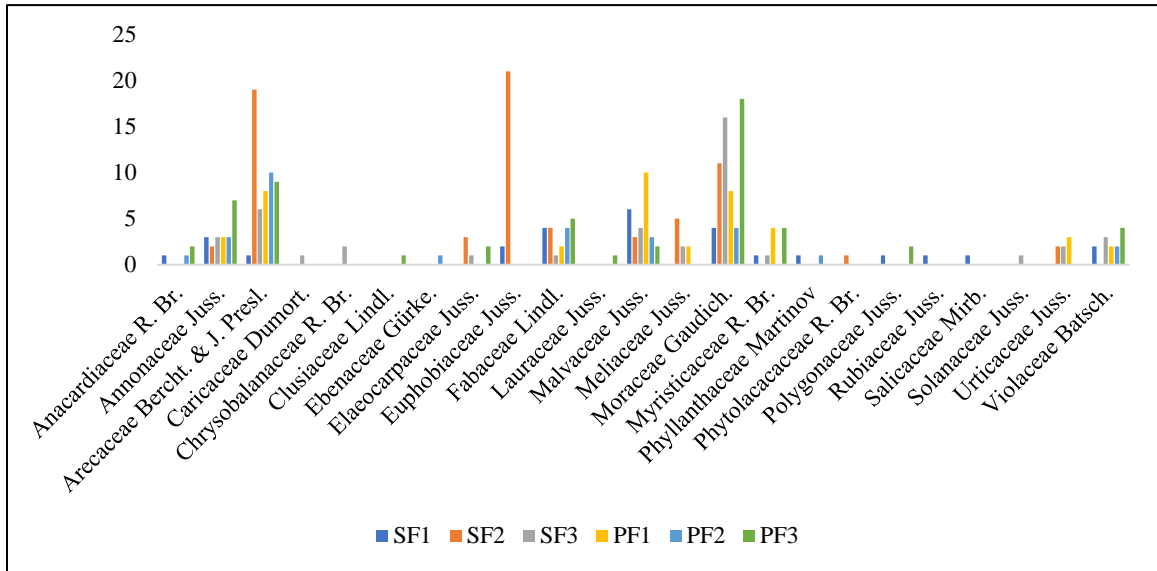
**Figura 2.** Cluster de similaridad entre las parcelas estudiadas usando el índice de similitud de Bray-Curtis,



## 2. Abundancia por familia

Se encontraron aproximadamente 80 especies identificadas incluidas dentro de 23 familias con un total de 342 individuos en bosque secundario (167 individuos.) y primario (175 individuos), sin embargo, algunas solo llegaron al nivel de género o familia, contabilizando a 89 especies. De los cuales, la familia Moraceae Gaudich, y Arecaceae Bercht. & J. Presl. presentan la mayor cantidad de individuos (fig. 3). En el bosque secundario dentro de la parcela SF2 la familia Euphorbiaceae Juss, específicamente la especie *Sapium marmieri* fue abundante con 21 individuos; se encontró 31 individuos de la familia Moraceae con el género representativo de *Pseudolmedia* y con pocos individuos de la familia Urticaceae Juss con la especie de *Pourouma cecropiifolia*. La parcela dentro de bosque primario más distante a la quebrada es donde se reportó la mayor cantidad de especies distintas, es decir, dentro de la parcela PF3 se encontró una mayor cantidad de familias presentes. La familia Arecacea se encontró con mayor frecuencia en SF2, área en proceso de recuperación, y en PF2, el área más cercana a la quebrada y pantanos; las especies más frecuentes son *Astrocaryum gratum*, *Phytelephas macrocarpa* y *Attalea sp.* Asimismo, se encontró especies de importancia para la IUCN como *Clarisia*

**Figura 3.** Grafica de barras de las 23 familias identificadas en las seis parcelas.



**Tabla 3.** Listado de las familias y las especies identificadas en la Estación Biológica Kawsay.

<b>Familia</b>	<b>Especies</b>
<b>Anacardiaceae R. Br.</b>	<i>Anacardiaceae sp</i> <i>Spondias mombin</i> <i>Tapirira guianensis</i>
<b>Annonaceae Juss.</b>	<i>Annonaceae sp</i> <i>Malmea dielsiana, M. sp</i> <i>Oxandra acuminata</i> <i>Ruizodendron sp, Ruizodendron ovale</i> <i>Unonopsis floribunda, U. sp</i>
<b>Arecaceae Bercht. &amp; J. Presl.</b>	<i>Arecaceae sp</i> <i>Astrocaryum gratum</i> <i>Attalea sp</i> <i>Euterpe precatória</i> <i>Phytelephas macrocarpa</i> <i>Socratea exorrhiza</i>
<b>Caricaceae Dumort.</b>	<i>Jacaritia digitata</i>
<b>Chrysobalanaceae R. Br.</b>	<i>Hirtella triandra</i> <i>Licania brittoniana</i>
<b>Clusiaceae Lindl.</b>	<i>Clusiaceae sp</i>
<b>Ebenaceae Gürke.</b>	<i>Diospyros artanthifolia</i>
<b>Elaeocarpaceae Juss.</b>	<i>Sloanea guianensis, Sloanea termiflora, Sloanea sp</i>
<b>Euphobiaceae Juss.</b>	<i>Alchornea triplinervia</i>

	<i>Sapium marmieri</i>
<b>Fabaceae Lindl.</b>	<i>Andira inermis</i> <i>Dioclea virgata</i> <i>Dipteryx ferrea</i> <i>Fabaceae sp</i> <i>I. alba, I. bourgonii, I. chartacea, I. laurina, I. tomentosa, Inga sp</i> <i>Myroxylum sp</i> <i>Pitecellobium cauliflorum</i> <i>Schizolobium parahyba</i> <i>Zygia latifolia, Zigia sp</i>
<b>Lauraceae Juss.</b>	<i>Nectandra sp</i>
<b>Malvaceae Juss.</b>	<i>Apeiba membranace</i> <i>Malvaceae sp</i> <i>Matisia sp</i> <i>Ochroma pyramidale</i> <i>Quararibea sp, Quararibea wittii</i> <i>Sterculia apeibophylla</i> <i>Theobroma cacao</i>
<b>Meliaceae Juss.</b>	<i>Guarea grandifolia, Guarea khuntiana, Guarea macrophylla,</i> <i>Guarea sp</i> <i>Meliaceae sp</i>
<b>Moraceae Gaudich.</b>	<i>Batocarpus costaricensis</i> <i>Brosimum sp</i> <i>Clarisia biflora, Clarisia racemosa, Clarisia sp.</i> <i>Ficus insipida, Ficus sp</i> <i>Moraceae sp</i> <i>Perebea humilis</i> <i>Pseudolmedia laevigata, P. laevis, P. macrophylla,</i> <i>pseudolmedia sp.</i> <i>Sorocea pileata, Sorocea sp</i>
<b>Myristicaceae R. Br.</b>	<i>Iryanthera sp</i> <i>Virola callophylla, virola sp</i>
<b>Phyllanthaceae Martinov</b>	<i>Hyeronima oblonga</i> <i>Margaritaria nobilis</i>
<b>Phytolacacaceae R. Br.</b>	<i>Phytolacca rivinoides</i>
<b>Polygonaceae Juss.</b>	<i>Coccoloba densifrons</i> <i>Polygonaceae sp</i> <i>Triplaris poepiggiana</i>
<b>Rubiaceae Juss.</b>	<i>Faramea sp</i>
<b>Salicaceae Mirb.</b>	<i>Lunania parviflora</i>
<b>Solanaceae Juss.</b>	<i>Solanaceae sp</i>
<b>Urticaceae Juss.</b>	<i>Pourouma cecropiifolia</i>
<b>Violaceae Batsch.</b>	<i>Leonia crassa, Leonia glycycarpa, Leonia sp</i>

#### IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

La amazonia peruana es un punto caliente de especies endémicas. Y existen factores climáticos actuales que alertan sobre un profundo impacto en el cambio climático que podrían modificar su organización espacial. La Amazonia peruana alberga alrededor de 16 000 especies de árboles, de las cuales 11000 aún no están identificadas. Estos factores son la heterogeneidad hidrológica, condiciones edáficas, la temperatura y la precipitación (Silva et al. 2020). La temperatura promedio es de 25.4° en Madre de Dios con precipitaciones variadas de acuerdo a la estación en la que se encuentra.

Dentro de un bosque de tierra firme, la composición arbórea está marcada por las familias Euphorbiaceae, Moraceae, Myristicaceae, Arecaceae y Sapotaceae (Condori, 2022). Bez et al. (2017) nos indica que, para un bosque inundable, las familias presentes son Fabaceae, Moraceae, Annonaceae y Sapotaceae similar a los bosques de tierra firme, las palmeras son características por su abundancia y dominancia en los bosques inundables, pero en bosques de tierra firme son más diversas. Por otro lado, los bosques secundarios que fueron intervenidos por un factor antrópico tienden a recuperarse, y desarrollan una estrategia en cuanto a su división de árboles pioneros y clímax. La máxima representante son las “Cetico” conocidas como una de las especies pioneras que presentan hojas grandes delgadas y de corta duración con crecimiento rápido con mucha luz y con alta mortalidad en la sombra (Steege et al. 2025), en nuestra parcela afectada por la tala se encontraron individuos de la familia Urticaceae Juss.

A nivel de todo se encontró 89 especies, sin embargo, algunos individuos quedaron como “Moraceae” o “Ficus *sp*”, lo cual, indica que pueden ser la misma especie o diferente, este último nos indicaría una mayor diversidad. Se ha intentado realizar un análisis de especies indicadores (Indval), definida como que un grupo de especies que puedan reflejar atributos de otras especies, basándose en el grado de especificidad y grado fidelidad de las especies (Martin, 2019); nuestro resultado es no significativo ( $p$  value  $>0.05$ ). concluyendo que no hay especies asociadas. Lo cual, se observa en nuestros resultados por la baja similitud entre las parcelas. Lo cual, nos indica que se necesita una mayor cantidad de muestreo y solo considerar las especies identificadas. Una de las peculiaridades que se observó dentro de la segunda parcela dentro de bosque secundario es la abundancia 21 individuos de 76, es decir, *Sapium marmieri* se encontró en mayor cantidad, sin embargo, esto no se refleja como especie indicadora por carecer un sustento ecológico. Asimismo,

se ve reforzada por Álvarez, C. et al. (2021) que nos indica que no siempre las especies más abundantes son las dominantes.

Por otra parte, el índice Shannon-Wiener para bosque primario es mayor, a diferencia del bosque secundario, sin embargo, comparando con los resultados de Baez et al. (2017) los valores obtenidos son mayores en una mayor área de estudio.

Es importante realizar más estudios en estos tipos de bosques porque no son tan dominantes como los bosques de tierra firme. Householder et al. (2024), recomienda que en bosques de llanura inundable una parte considerable de su diversidad esta fuertemente relacionada a su hábitat inundable y contienen la mayor parte de la diversidad arbórea, aunque con bajas densidades y por ende se vincula con una mayor vulnerabilidad al cambio ambiental y una función única ecológica.

## V. AGRADECIMIENTOS:

A mis amigos de la estación biológica Kawsay, a Tika, Camilla, Josh, Gabriela, Lola, Stephanie, Jake, Nadarra, Diego, Noah, Daniel, Dianita y Gabriel. También a mi coordinadora académica Roxana por la revisión del reporte y, por último, al director de la Estación Mg. BLGO Raúl Bello por los materiales y la asesoría.

## VI. REFERENCIAS

Álvarez, C., Manrique, S., Vela, M., Cardozo, J., Callo, B., Castañeda, I. & Álvarez, J. (2021). Composición florística, estructura y diversidad arbórea de un bosque amazónico en Perú. *Scientia Agropecuaria* Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172021000100073](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172021000100073)

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG VI. *Bot. Jour. of the Linnean Society*, 181, 1–20.

Draper, FC, Costa, FRC, Arellano, G. et al. Dominancia de árboles amazónicos en los estratos forestales. *Nat Ecol Evol* 5, 757–767 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01418-y>  
Neotropical herbarium specimens. The Field Museum. [en línea]. 1999-2015. <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>

Nina, R., Soria, C. & Coca, J. (2018). Riqueza y diversidad de especies arbóreas del bosque amazónico andino del sector de la Reserva “El Cóndor”, Santa Cruz Bolivia. *Kempffiana*. 14(2):6374. Disponible en:

Martin, N. (2019). Detección de especies indicadoras de condiciones de hábitats. Obtenido de: <https://www.researchgate.net/publication/339150149>

Monteagudo, A., Vázquez, R., Rojas, R., Phillips, O., Backer, T., Dueñas, L., Pickavance, G., Nuñez, P., Cornejo, F., Janovec, J., Terborgh, J., Silman, M., Valenzuela, L., Foster, R., Farfan, W., Chama, V., Pallqui, N., Báez, S., Huamantupa, I., Alvarez., Pitman, N. & Alfaro, L. (2020). Primer catálogo de los árboles de la Amazonia de Madre de Dios, Perú. Disponible en:

Steege, H., Pitman, N.C.A., do Amaral, I.L. et al. Mapping density, diversity and species- richness of the Amazon tree flora. *Commun Biol* 6, 1130 (2023). <https://doi.org/10.1038/s42003-023-05514-6> USAID. (2024). Historias de conservación en la Amazonía peruana. Cinco años del Proyecto Prevenir de USAID. Lima, Perú. 119 pp.

Silva, K & Souza, A. (2020). *Woody plant subregions of the Amazon forest. Journal of ecology*. Obtenido de: DOI: 10.1111/1365-2745.13406

Condori, R. (2022). Descripción y análisis dendrológico de especies forestales en el Bosque Local Se;or de la Cumbre, Distrito Inambari-Madre de Dios. Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios.

Steege, H., Poorter, L., Aguirre-Gutiérrez, J. et al. Functional composition of the Amazonian tree flora and forests. *Commun Biol* 8, 355 (2025). <https://doi.org/10.1038/s42003-025-07768-8>

Householder, JE, Wittmann, F., Schöngart, J. et al. Una sexta parte de la diversidad arbórea amazónica depende de las llanuras fluviales. *Nat Ecol Evol* 8, 901–911 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02364-1>

Steege, H., Pitman, N.C.A., do Amaral, I.L. et al. Mapping density, diversity and species- richness of the Amazon tree flora. *Commun Biol* 6, 1130 (2023). <https://doi.org/10.1038/s42003-023-05514-6> USAID. (2024). Historias de conservación en la Amazonía peruana. Cinco años del Proyecto Prevenir de USAID. Lima, Perú. 119 pp.

Cooper, DLM, Lewis, SL, Sullivan, MJP et al. Patrones consistentes de especies comunes en comunidades arbóreas tropicales. *Nature* 625, 728–734 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586->

023-06820-z

Monteagudo, A., Vázquez, R., Rojas, R., Phillips, O., Backer, T., Dueñas, L., Pickavance, G., Nuñez, P., Cornejo, F., Janovec, J., Terborgh, J., Silman, M., Valenzuela, L., Foster, R., Farfan, W., Chama, V., Pallqui, N., Báez, S., Huamantupa, I., Alvarez., Pitman, N. & Alfaro, L.(2020).  
Primer catálogo de los árboles de la Amazonia de Madre de Dios, Perú

