

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Ingeniería Técnica Forestal



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA Y
DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA *LECYTHIDACEAE* EN EL
CENTRO DE CAPACITACIÓN SAN ANTONIO – UNSAAC,
MADRE DE DIOS, PERÚ”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:

Antonio José Pérez Ferrer

Director/es:

Dr. Antonio del Campo García

GANDIA, 2013

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de este trabajo, especialmente a Antonio D. Del Campo García por su orientación y paciencia.

A la Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, y principalmente, al profesor David González Gamarra, por su acogimiento y gran ayuda en mis primeros pasos.

También me gustaría recordar a todas aquellas personas que me hicieron sentir como en casa durante mi estancia en Puerto Maldonado. En especial a mis amigos Bernardo Martínez y Antonio Calle. Tampoco quiero olvidarme de la inestimable colaboración y enseñanzas de mis compañeros Sergio Chura y Armando Rodas.

A mis padres, todo agradecimiento es poco. Ellos han estado en cada momento de mi vida guiándome y apoyándome, y sin su ayuda nunca podría haber llegado a escribir estas líneas.

A mi mujer, por hacerme ver las cosas de una forma diferente, animarme y ayudarme en cada momento.

A todos ellos, GRACIAS.

RESUMEN

Se evaluó la familia *Lecythidaceae* en diez transectos de 0.5 has cada uno, correspondientes a la llanura amazónica de Madre de Dios, Perú. Se encontraron 59 individuos de árboles con DAP \geq 10 cm, divididos en 3 géneros y 5 especies. La especie más abundante fue *Bertholletia excelsa* con 21 individuos (35.6%), seguida por *Couratari guianensis* con 18 individuos (30.5%), *Couratari macrosperma* con 16 individuos (27.1%), *Eschweilera coriacea* con 3 individuos (5.1%) y *Eschweilera tessmannii* con 1 individuo (1.7%). La especie con mayor Índice de valor de importancia (IVI) fue *Bertholletia excelsa* con 147.2%. Seguida de *Couratari guianensis* con 69.3%, *Couratari macrosperma* con 61.6%, *Eschweilera coriacea* con 16% y *Eschweilera tessmannii* con 5.9%.

Palabras clave: Perú, llanura amazónica, diversidad de especies, abundancia, índice de valor de importancia.

ABSTRACT

Lecythidaceae family was assessed in ten transects have 0.5 each, corresponding to the lowlands of Madre de Dios, Peru. We found 59 individuals of trees with DBH \geq 10 cm, divided into 3 genera and 5 species. The most abundant species was *Bertholletia excelsa* with 21 individuals (35.6%), followed by *Couratari guianensis* with 18 individuals (30.5%), *Couratari macrosperma* with 16 individuals (27.1%), *Eschweilera coriacea* with 3 individuals (5.1%) and *Eschweilera tessmannii* with one individual (1.7%). The species with the highest importance value index (IVI) was *Bertholletia excelsa* with 147.2%. Followed by *Couratari guianensis* with 69.3%, *Couratari macrosperma* with 61.1%, *Eschweilera coriacea* with 16% and *Eschweilera tessmannii* with 5.9%.

Keywords: Peru, Amazon basin, species diversity, abundance, importance value index.

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	1
2. Revisión de literatura	3
2.1. Diversidad biológica.....	3
2.1.1. Niveles de diversidad	3
2.2. Importancia de la biodiversidad	4
2.3. Convenio de la Diversidad Biológica	5
2.4. Indicadores de la diversidad de la Amazonía peruana	6
2.5. Distribución y características de la familia <i>Lecythidaceae</i>	7
2.5.1. Características principales de la familia	7
2.5.2. Descripción de géneros.....	8
2.6. Ámbito geográfico.....	9
2.7. Ecología	10
3. Materiales y métodos	11
3.1. Descripción del área de estudio	11
3.1.1. Ubicación.....	11
3.1.2. Climatología	11
3.1.3. Geología.....	12
3.1.4. Hidrología.....	14
3.1.5. Vegetación	17
3.2. Materiales y equipos.....	17
3.3. Metodología.....	19
3.3.1. Diseño de la unidad de muestreo.....	19
3.3.2. Establecimiento de parcelas.....	20
3.3.3. Evaluación de individuos en los transectos.....	20
3.3.4. Análisis de la composición florística y estructura de los transectos	20
3.4. Parámetros	20
3.4.1. Abundancia	21

3.4.2. Frecuencia.....	21
3.4.3. Dominancia	22
3.4.4. Índice de valor de importancia.....	22
3.5. Índices de diversidad	23
3.5.1. Simpson	23
3.5.2. Shannon-Wiener	23
3.5.3. Índice de similaridad de Jaccard	24
4. Resultados	25
5. Discusión	34
6. Conclusión	37
7. Bibliografía	38
8. Anexos.....	40
8.1. Coordenadas del Centro de Capacitación San Antonio	40
8.2. Coordenadas de los diez transectos del Centro de Capacitación San Antonio	41
8.3. Ubicación de todos los individuos registrados de la familia <i>Lecythaceae</i> en el Centro de Capacitación San Antonio.....	42
8.4. Ecozonas del mundo	44
8.5. Zonas de vida de Holdridge.....	45
8.6. Imágenes de <i>Lecythaceae</i>	46

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. División Política de Madre de Dios	10
Cuadro 2. Especies de la familia <i>Lecythaceae</i> inventariadas en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	25
Cuadro 3. Resumen de los parámetros evaluados.....	29
Cuadro 4. Comparación de los diez transectos en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	31
Cuadro 5. Índice de similaridad de Jaccard entre transectos en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	32

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Balance Hidroclimático Estación Puerto Maldonado	12
Figura 2. Mapa geológico de Madre de Dios	13
Figura 3. Ubicación de la cuenca del río Madre de Dios	15
Figura 4. Mapa hidrográfico de Madre de Dios.....	16
Figura 5. Mapa de la vegetación de Madre de Dios	18
Figura 6. Esquema de los transectos establecidos	19
Figura 7. Abundancia relativa de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	26
Figura 8. Dominancia relativa de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	27
Figura 9. Frecuencia relativa de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	28
Figura 10. Índice de valor de importancia de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	29
Figura 11. Índice de diversidad de Simpson por transectos en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	30
Figura 12. Índice de diversidad de Shannon – Wiener por transectos en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	31
Figura 13. Distribución de árboles de acuerdo a clases diamétricas en el Centro de Capacitación San Antonio - UNSAAC, Madre de Dios, Perú	33

1. INTRODUCCIÓN

Diversidad biológica o biodiversidad comprende “la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones y con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta” (Rio 1992). A nivel ecológico, la biodiversidad tiene dos expresiones bien definidas en el análisis de comunidades, la diversidad dentro de un área, o diversidad alfa y la heterogeneidad dentro de un ecosistema o diversidad beta. La diversidad alfa es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo hábitat, y es el componente de la diversidad más importante de las selvas tropicales húmedas.

La región neotropical es una de las zonas biogeográficas más diversas, se extiende desde el norte de México hasta el centro de Argentina (Rapoport, 1968; Fittkau, 1969; Cabrera y Willink, 1973; Morrone, 1996b, 2001d). En esta región se encuentra Perú, que posee una de las mayores superficies de bosques tropicales en el mundo, situándose en el 9º lugar en extensión. Alberga 84 zonas de vida de las 104 existentes, comprendidas en una gran variedad de climas y de accidentes geográficos.

En la Amazonia peruana se encuentran el departamento de Madre de Dios, el cual es considerado como la capital de la biodiversidad del Perú. Esto es debido en gran medida al aislamiento en el que se ha mantenido la región, las condiciones ambientales y el difícil acceso, aspectos que han influido para que durante muchos años esa inmensa diversidad biológica que se presume exista en estos bosques, permanezca en gran parte desconocida por la comunidad científica y los mismos habitantes de la región. Sin embargo, en los últimos años estos ecosistemas se han visto afectados, debido principalmente por la construcción de la carretera Interoceánica, por la explotación forestal, la expansión de las fronteras agrícolas, la minería de oro y el establecimiento de cultivos ilícitos, creando una presión creciente en los lugares aún prístinos.

El estudio se realizó en el Centro de Capacitación San Antonio, que se localiza en la provincia de Tambopata. Alrededor de 20 años atrás, el predio sufrió la tala selectiva del bosque, aprovechándose los árboles de mayor valor económico, como cedro y caoba, pero también los que presentan unas buenas características físicas, como shihuahuaco, misa, tornillo, castaña, entre otros. Posteriormente, la zona fue cedida por el Gobierno a la Universidad San Antonio Abad del Cusco con el fin de ser conservada y utilizada como lugar de estudio y capacitación de los alumnos de Ingeniería Forestal de la sede de Puerto Maldonado de dicha universidad.

Tras ello se han realizado algunos estudios y labores, como la plantación en el año 1999 de 37 fajas de caoba por parte de los alumnos para recuperar la especie y su posterior trabajo de evaluación y mantenimiento (Aguirre 2006). Echegaray (2007), realiza el inventario de la Familia *Aracaceae*; Flores (2007), determina la abundancia de *Capirona decorticans* en tres parcelas y Cubas (2007), efectúa un inventario etnobotánico.

En ninguno de los estudios realizados, se evalúa la Familia *Lecythidaceae*, a pesar de su gran importancia, gracias en parte a la “nuez de Brasil” extraída de la castaña (*Bertholletia excelsa*), que solo crece en un rincón de la Amazonia brasileña, peruana y boliviana, y constituye un recurso económico importante para estas regiones. Los frutos y semillas de algunas especies de la familia son utilizados para diversos fines en medicina tradicional. Además, la madera es en general fuerte y en muchas especies tiene altos contenidos de sílice que las hacen importantes fuentes de tabloncillos para construcciones resistentes a la intemperie y construcciones navales. La corteza es fibrosa y es usada ampliamente por las comunidades rurales para cordelería y diversos tipos de amarres.

Por tanto, el objetivo de este estudio es conocer las características estructurales más importantes de la familia *Lecythidaceae* en un área de bosque secundario, ya que se quiere conocer su evolución tras ser intervenido, y puede ser una herramienta que ayude a complementar estrategias de manejo y conservación debido a la ubicación donde se encuentra el predio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Diversidad biológica

La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida. Mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados. Diferencias a nivel genético, diferencias en las respuestas morfológicas, fisiológicas y etológicas de los fenotipos, diferencias en las formas de desarrollo, en la demografía y en las historias de vida. La diversidad biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos.

El interés creciente por la conservación de la biodiversidad ha llevado a un esfuerzo por definirla y averiguar por qué existe y como se pierde. La riqueza de especies de una comunidad particular se refiere a la diversidad alfa. Pero la diversidad existe dentro de lo que denominamos especies. Justamente la presencia de distintos alelos para cada gen (variación) es la fuente primordial de materia prima para el proceso evolutivo. Además la biodiversidad se manifiesta en la heterogeneidad a nivel dentro de un ecosistema (diversidad beta) y en la heterogeneidad a nivel geográfico (diversidad gamma).

2.1.1. Niveles de diversidad

La alta diversidad de los bosques tropicales está referida tanto a la diversidad florística dentro de un tipo de bosque como a la diversidad de tipos de bosques y, por ello, se consideran tres niveles de diversidad:

A) Diversidad alfa

Es la diversidad dentro de un área, medida por el número de especies interactuando y presentes dentro del área de un determinado tamaño. Se le denomina como la diversidad dentro de un hábitat. Esta diversidad está considerada dentro del nivel ecológico (Moreno, C. 2001).

B) Diversidad beta

Comprende la heterogeneidad dentro de un ecosistema a través de la determinación del cambio en la composición de especies a través de un gradiente fisiográfico. Es expresado en tasas de cambio de la composición de las especies o índices de similitud. También se le denomina diversidad entre hábitats y está clasificada dentro del nivel Ecológico (Moreno, C. 2001).

C) Diversidad gamma

La diversidad gamma es el número de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje. Paisaje es un área terrestre heterogénea pero distinguible, integrada por un conjunto de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar (Forman y Godron, 1986).

2.2. Importancia de la biodiversidad

Quizás América Latina tenga la mayor riqueza en biodiversidad del mundo. La razón es básicamente la presencia de la Amazonia, pero también se debe a la extraordinaria variedad topográfica caracterizada por transiciones dramáticas entre montañas y tierras bajas, que se encuentran en casi todos los países tropicales más grandes.

La Biodiversidad representa una fuente potencial de riqueza en las formas de nuevos cultivos, farmacéuticos y otros productos. Si es usado acertadamente, también continuaremos disponiendo de los servicios esenciales del ecosistema de las especies silvestres, desde la manutención de los ciclos hidrológicos a la nitrificación de los suelos. Desde el lado negativo, la diversidad biológica está desapareciendo a un ritmo muy rápido, debido principalmente a la destrucción del hábitat.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), realizó un análisis sobre deforestación en el año 2002, y se determinó que la superficie deforestada en el Departamento de Madre de Dios era de 163.502 ha, y adicionalmente 7.851 ha estaban dedicadas a la minería artesanal especialmente aurífera. Para el año 2005, según los análisis del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) se tiene que el total deforestado es de 279.845 ha, y que adicionalmente el área utilizada en minería es de 10.585 ha. lo que denota un incremento muy rápido del deterioro de los bosques naturales de la región.

La pérdida de diversidad constituye el proceso principal de cambio ambiental, porque se trata del único proceso que es completamente irreversible.

2.3. Convenio sobre la Diversidad Biológica

En la Conferencia de Rio de Janeiro (Brasil) en junio de 1992 se adoptó el Convenio sobre la Diversidad Biológica que establece objetivos, principios y compromisos para conservar y usar los recursos biológicos en forma sostenible y equitativa. El objetivo básico del Convenio es:

“La conservación de la Diversidad Biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías, así como mediante una financiación apropiada” (Art. 1)

En este artículo se establece un equilibrio entre la conservación, el uso sostenible y la distribución de los beneficios, constituyendo el acuerdo político clave de la Convención.

El Convenio reconoce “los derechos soberanos de los Estados sobre sus recursos naturales, la facultad de regular el acceso a los recursos genéticos incumbe a los gobiernos nacionales y está sometida a la legislación nacional” (Art. 15). Determina además, el “derecho soberano de los Estados de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental” (Art. 3). Para llevar adelante los compromisos, cada país, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:

- a) “Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para este fin las estrategias, planes o programas existentes que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la parte contratante interesada; y
- b) Integrará en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales e intersectoriales” (Art. 6).

El Convenio establece que los Estados deben adoptar medidas de conservación in situ y ex situ (Art. 8 y 9). Además se “respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas, y fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente” (Art. 8).

Finalmente, el Convenio señala las pautas para el uso sostenible de los componentes de la biodiversidad, el acceso a los recursos genéticos, y la transferencia de tecnología, la investigación y capacitación, el intercambio de información, la cooperación científico-técnica, la gestión de la biotecnología y la distribución de beneficios (Art. 10-19).

El Convenio de Diversidad Biológica entró en vigencia en noviembre de 1993 al ser ratificado por 30 de los 156 estados que lo firmaron inicialmente en Rio de Janeiro el 6 de junio de 1992.

Es necesario destacar, que en 1992, con antelación a la firma del Convenio sobre Diversidad Biológica, y para mantener una posición conjunta, los Presidentes de los Países Amazónicos se reunieron en Manaus (10 de febrero de 1992) donde adoptaron una Declaración, en la que incorporaron notables avances normativos en relación con la biodiversidad y la biotecnología. Veamos los principales artículos:

- “Los recursos biológicos son indiscutiblemente recursos naturales de cada país que, por tanto ejercen sobre ellos su soberanía. Estas actividades deben, así, ser realizadas por los países con el apoyo de la cooperación internacional basada en acuerdos intergubernamentales” (Art.1).
- “Es fundamental reconocer los derechos de los países donde se origina la diversidad biológica, incluyendo especialmente los recursos genéticos y, para ello es absolutamente necesario adoptar y respetar sistemas adecuados de registros, reglamentación y control” (Art. 2).
- “El acceso a los recursos de la diversidad biológica debe incluir, necesariamente, aquellos que son fruto de la biotecnología, así como los recursos silvestres y cultivados. Es necesaria la cooperación internacional para el desarrollo endógeno de la investigación en biotecnología en los países donde se originan los recursos biológicos” (Art. 10).

Algunas de estas decisiones se incorporaron después en el Convenio sobre Diversidad Biológica de Rio de Janeiro.

2.4. Indicadores de la biodiversidad de la Amazonia peruana

Los indicadores de la alta diversidad de especies de flora que existen en la Amazonia peruana son:

- En Cocha Cashu, Parque Nacional de Manu (Madre de Dios), se identificó 165 especies de árboles y lianas de más de 2.5 cm de diámetro en 0.1 has (Gentry y Terborgh 1990).
- En Mishana, en el río Nanay (Loreto), Gentry (1988) identificó 295 especies de árboles y lianas de más de 10 cm de diámetro y con 858 individuos por ha.
- En Yanamono, una isla del río Amazonas (Loreto), Gentry (1988) identificó 300 especies de árboles y lianas de más de 10 cm de diámetro y con 605 individuos por ha.
- En Genaro Herrera, río Ucayali, existe mayor diversidad específica de palmeras que en el centro y este de la Amazonía, así por ejemplo se han reportado 34 especies y 28 géneros en 0.5 has (Kahn y Mejia 1987).
- En el Parque Nacional Yanachaga – Chemillén (Oxapampa) se han colectado 2854 especies y se calcula que existen entre 5,000 y 10,000 especies en sus 122 000 has de extensión (Vásquez 2005).

2.5. Distribución y características de la familia *Lecythidaceae*

Según Gentry (1982), la familia *Lecythidaceae* cuenta con 15 géneros y unas 325 especies a través del Neotrópico (anexo 1), del Perú se conocen 8 géneros. Su distribución comprende entre 19 ° N y 25 ° S de latitud.

2.5.1. Características principales de la Familia

Arbustos o árboles, a veces grandes, a veces caducifolios, corteza interna fuerte a la tracción. Hojas simples, alternas, espiraladas, distribuidas en las ramitas o agrupadas en los ápices de las ramitas, enteras o aserradas, generalmente con glándulas en los márgenes; estipulas ausentes o pequeñas y caducas. Inflorescencias caulógenas, rameales, axilares o terminales, en fascículos, racimos, panículas o flores solitarias; flores bisexuales, epíginas (semiepíginas) y a veces además períginas, actinomorfas o zigomorfas; sépalos (2)4–6(12), imbricados; pétalos (4)6–8(18), imbricados; estambres 10–1200, actinomorfos en varios ciclos concéntricos con los filamentos unidos en la base o zigomorfos y extendidos en un lado con los filamentos unidos formando una lámina (capucha) estaminodial, anteras 2-tecadas, ascendencia longitudinal (poricida); disco intraestaminal presente o ausente, plana o enrollada hacia adentro; ovario ínfero (semiínfero), 2–6-locular, óvulos 1–115 por lóculo, axiales (basales), estilo simple,

estigma capitado o lobulado. Fruto cápsula dehiscente por opérculo distal (pixidio) o a veces drupa o baya; semillas a veces aladas o ariladas.

2.5.2. Descripción de géneros

1. *Gustavia*: Flores con 6-8 o más pétalos; frutos generalmente tan anchos como largos y con 2 o más semillas. Frecuentemente pequeños árboles con penachos terminales de hojas muy grandes; márgenes de las hojas generalmente aserrado.

2. *Grias*: Difiere de las *Gustavia* en las flores con sólo 4 pétalos y frutos con una sola semilla y mucho más larga que ancha. Siempre abombados árboles o arbolitos (al menos cuando es joven), con grandes hojas en penachos terminales, con hojas por lo general enteras (a diferencia de *Gustavia*).

3. *Cariniana*: Árboles de la selva tropical de tierras bajas. Las pequeñas flores con los filamentos fusionados en una campana de escaso desarrollo; frutos alargados, generalmente más o menos en forma de cono adelgazándose en la base; semillas con una sola ala amplia lateral. Las hojas de algunas especies son pequeñas, membranosas y aserradas; las venas terciarias siempre paralelas y perpendiculares a las venas principales, algunas veces como las intersecundarias, más frecuentemente muy finas; no evidentes y el envés completamente liso en las más comunes especies amazónicas.

4. *Couropita*: Árboles del estrato superior: caulíferas, las flores y frutos nacen en pequeñas ramas leñosas a lo largo del tronco (estas ramas suelen ser evidentes incluso en condiciones de esterilidad). Hojas delgadas, estrechas e inusuales en la agrupación apical, márgenes más o menos enteros y venas secundarias juntas. Frutos muy diferentes, grandes y globosos con una delgada cáscara dura llena de pulpa blanda, en las cuales las numerosas pequeñas semillas están incrustadas. Flores únicas en las proyecciones del andróforo estaminodial en la parte externa del ápice de la campana, así como dentro de la campana.

5. *Bertholletia*: Árboles del estrato superior, en nuestra área sólo en Madre de Dios. Vegetativamente caracterizado por ser poco frecuente las hojas grandes coriáceas con las intersecundarias visibles. Flores y frutos nacen en ramas gruesas generalmente proyectando por debajo del follaje; frutos muy gruesos y leñosos, lleno con semillas angulosas grandes con cáscara, con un opérculo presente. Cáliz único que cuenta con dos lóbulos, las flores amarillas, en un capullo encerrado por el cáliz (únicas), los apéndices del androforo gruesos y se funden en una campana gruesa.

6. *Couratari*: Árboles del estrato superior: típicamente con sobresalientes flores magenta nacidas cuando la hoja se ha caído. Las hojas son fácilmente distinguibles por la nerviación, a menudo copiscuas líneas de nerviación y la presencia de tricomas estrellados en algunas especies. Andróforo es el más complejo de la familia entera, enrollado sobre sí mismo tres veces; fruto alargado, cilíndrico o acampanado, similar al de *Cariniana* pero la semilla con una ala delgada alrededor de toda la circunferencia.

7. *Eschweilera*: De lejos el más numeroso y taxonómicamente difícil género; pequeños arbustos hasta enormes árboles; campana enrollada hacia adentro con un doble pliegue; apéndices más contundentes en la punta de la campana diferenciados de otros más agudos en la parte de adentro. Frutos iguales o más anchos que largos; semillas sin arilos ni alas o con un arilo lateral o envolvente, pero nunca independiente de la cápsula; cápsula a menudo bastante pequeñas y pueden ser mucho más anchas que largas. Hojas típicamente con las venas secundarias curvadas hacia arriba y casi todas desapareciendo; siempre más o menos los márgenes aserrados (raramente distinguibles los broquidodromos).

8. *Lecythis*: Muy similar y a menudo vegetativamente indistinguible de *Eschweilera*; diferenciado por cuatro ovarios locales, androforo que no se enrosca hacia adentro y tiene todos los apéndices de la campana más o menos uniformes, y por las semillas que cuelgan en un funículo debajo de la cápsula en la madurez. Frutos siempre tan anchos como largos. Una de las especies más comunes tiene frutos más grandes y hojas más pequeñas y membranosas que cualquier especie de *Eschweilera*.

2.6. Ámbito geográfico

La Región Madre de Dios, fue creada por Ley N° 1782 del 26 Diciembre de 1912, tiene por capital la Ciudad de Puerto Maldonado, y se ubica en la región sur oriental del territorio peruano, entre las coordenadas geográficas 9° 57' y 13° 20', Latitud Sur, 68° 39' y 72° 31', Longitud Oeste. Su ubicación geográfica es estratégica por constituir una región bifronteriza con los países de Brasil y Bolivia. Tiene una superficie aproximada de 85.873'22 km² que representa el 6,7% del territorio nacional y el 15,4% de la región amazónica, con un perímetro aproximado de 1.446'96 Km. del cual el 40,4% corresponde a frontera internacional.

La altitud de la Región Madre de Dios varía desde 176 m.s.n.m (distrito de Tambopata en la provincia de Tambopata) hasta 3,967 m.s.n.m (distrito de Fitzcarrald en la provincia de Manu). Políticamente la región se divide en tres provincias y once distritos, de acuerdo a la demarcación política siguiente:

Cuadro1. División Política de Madre de Dios

PROVINCIA	DISTRITO	CAPITAL
Tambopata	Tambopata	Puerto Maldonado*
	Inambari	Mazuco
	Las Piedras	Planchón
	Laberinto	Puerto Rosario de Laberinto
Manu	Manu	Salvación
	Huepetuhe	Huepetuhe
	Fitzcarrald	Boca Manu
	Madre de Dios	Boca Colorado
Tahuamanu	Iñapari	Iñapari
	Iberia	Iberia
	Tahuamanu	San Lorenzo

Fuente: Plan Estratégico Regional Concertado de Madre de Dios 2002-2021.

2.7. Ecología

De acuerdo al Mapa Ecológico propuesto por Holdridge (anexo 2), la estación meteorológica de Puerto Maldonado presenta la zona de vida de bosque húmedo tropical. Se caracteriza por presentar precipitaciones pluviales promedio anuales entre 2000 a 4000 mm., y temperaturas promedio anuales mayores de 24°C. Clima lluvioso, invierno seco, cálido húmedo estacional.

Según el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) el bosque húmedo tropical del suroeste de la Amazonia, se caracteriza por ser un bosque multiestratificado, con el dosel a 30-35 m de alto, con emergentes de hasta 40 m. Se desarrolla sobre suelos bien drenados de la penillanura laterítica ondulada, donde representa la matriz extensiva de la cobertura vegetal en áreas con bioclima pluviestacional húmedo del sur del Perú, norte de Bolivia y oeste de Brasil.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de área de estudio

3.1.1. Ubicación

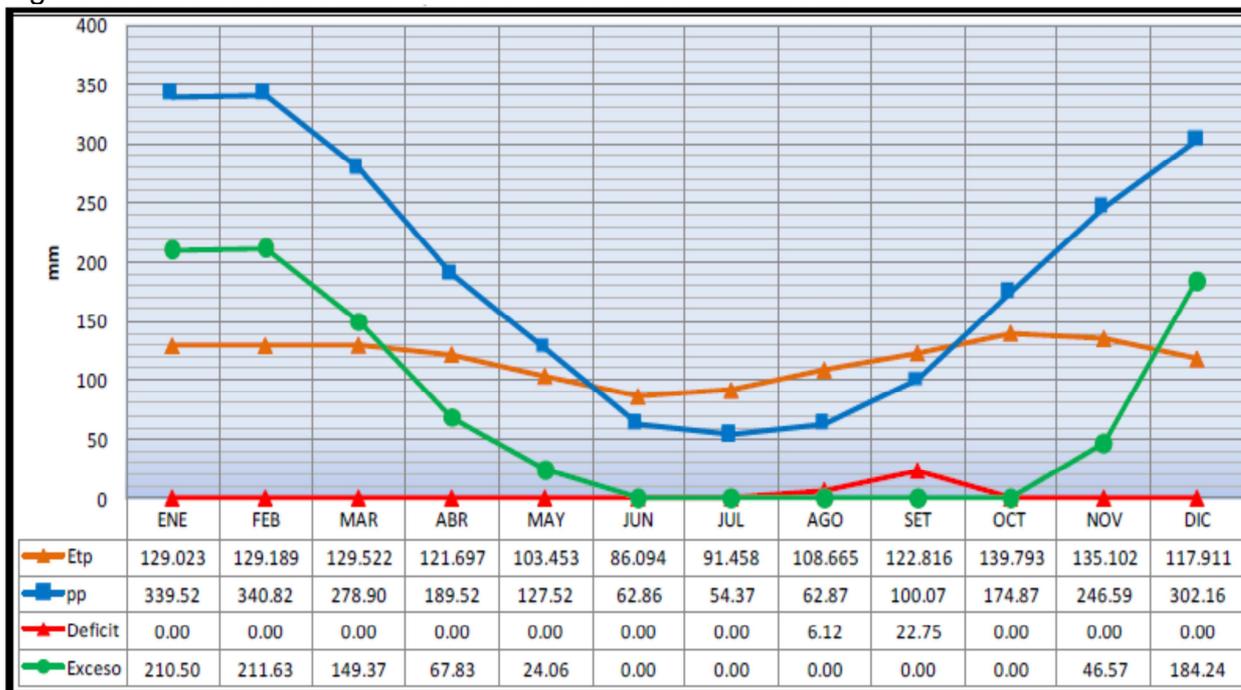
El Centro de Capacitación San Antonio se encuentra ubicado al margen derecho de la carretera Interoceánica Puerto Maldonado - Cusco a la altura del km 21.5, en la zona denominada como "La Pampa" en la Provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios. Su situación geográfica está aproximadamente entre las coordenadas 12°39'42"-12°38'11" Latitud Sur y 69°19'37"-69°20'02" Latitud Oeste.

La parcela está ubicada en una zona de bosque de terrazas altas (BTa) con un relieve plano a ligeramente ondulado, con coordenadas UTM (464087,8601662). Cuenta con una superficie de 155.28 ha y una altitud aproximada de 244 msnm.

3.1.2. Climatología

El clima del área de estudio es un clima húmedo y cálido (Thorntwaite 1949), con valores de precipitación promedio de 2280 mm, donde se distinguen dos estaciones, una seca entre mayo y octubre; y una lluviosa entre noviembre y abril. La temperatura promedio alcanza 26°C, con una temperatura mínima de 9°C, debido a las masas de aire frío (friaje) que llegan entre los meses de mayo a septiembre procedentes del Atlántico Sur, comprendidos dentro del Anticiclón Polar Marítimo, y hasta una temperatura máxima de 39.5°C. La humedad relativa alcanza un valor promedio del 80% y una evapotranspiración potencial (ETP) de 1414.7 mm/año. Los vientos predominantes son de NW y NE.

Figura 1. Balance Hidroclimático Estación Puerto Maldonado



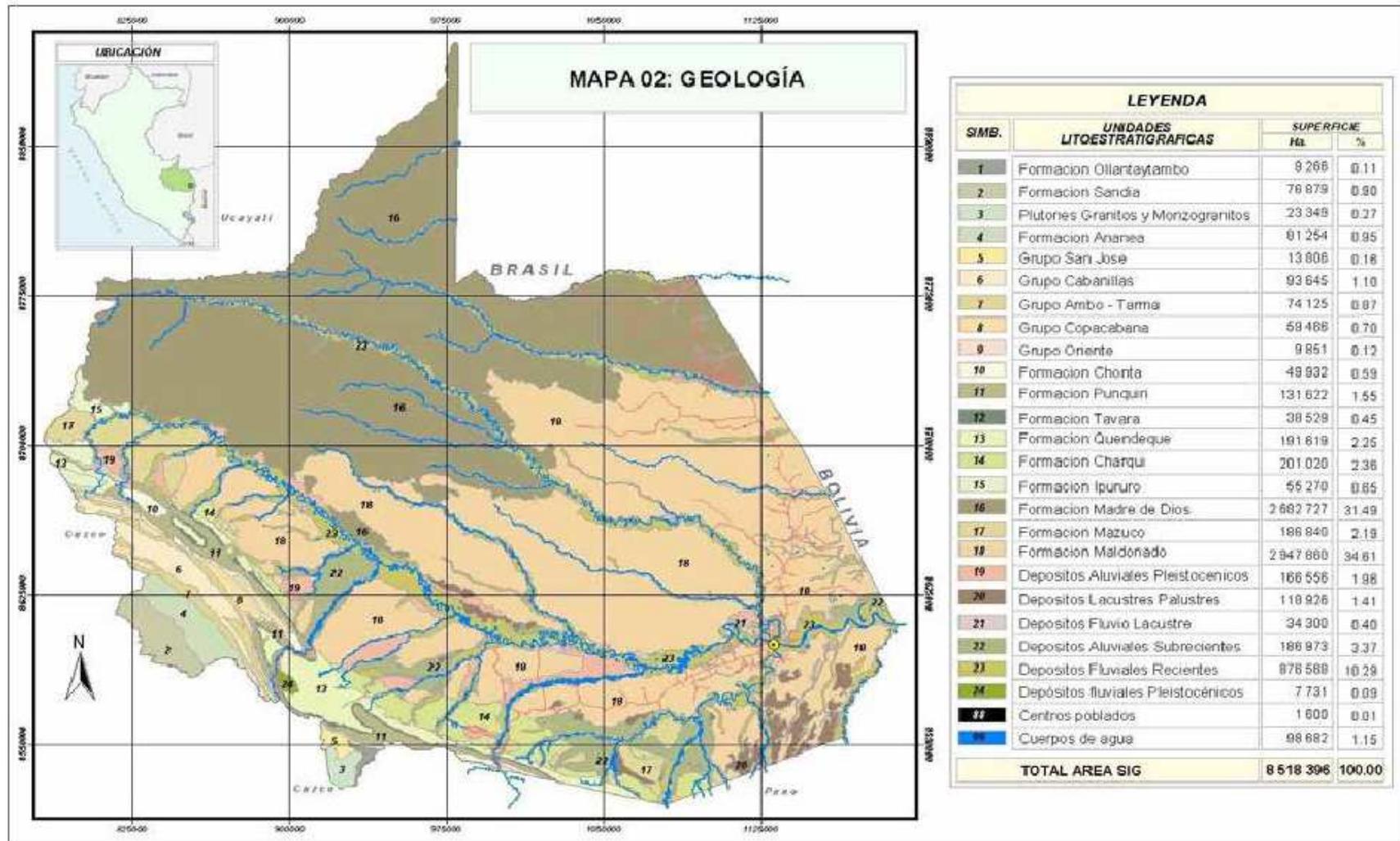
Fuente: Datos meteorológicos de SENAMHI.

3.1.3. Geología

Hace entre 5-10 millones de años, debido al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa sudamericana, se produjeron una serie de acontecimientos geológicos importantes, dentro de los cuales se reporta, por un lado, el levantamiento de la Cordillera Oriental y la Faja Subandina, y por otro, la división de la Cuenca Amazónica en varias subcuencas, entre ellas la del Madre de Dios.

La evolución de las diversas formas del relieve de la cuenca Madre de Dios y territorios aledaños encierra cierta complejidad, debido a que en ella se oponen dos extensos territorios bien diferenciados. El primero, conformado por las elevaciones montañosas de la Cordillera Oriental – Faja Subandina, y el segundo, por la región depresionada que conforma el Llano Amazónico.

Figura 2. Mapa geológico de Madre de Dios



Fuente: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

Mientras el territorio de la cordillera era afectado por la tectónica andina, con sus etapas de plegamiento y levantamiento, el llano sufría etapas de hundimiento y basculamiento por sobrecarga de sedimentos acumulados provenientes del occidente. En la actualidad estas acciones continúan en el mismo sentido pero con menor intensidad.

La zona de estudio se desarrolla en la denominada Llanura de Madre de Dios, que es la más extensa del departamento, ubicándose al este del alineamiento montañoso subandino entre 176 y 500 msnm. Se caracteriza por presentar un relieve plano a ondulado, donde predominan las planicies aluviales y colinas bajas. Litológicamente están constituidos por areniscas, arcillitas y limonitas de edad terciaria y por arenas, limos, arcillas y conglomerados aluviales del cuaternario. Los suelos son profundos, siendo los de mayor fertilidad los aluviales inundables que reciben aportes de nutrientes de sedimentos depositados durante la fase de creciente de los ríos (Madre de Dios, Manu, Inambari, Malinowsqui, Tambopata).

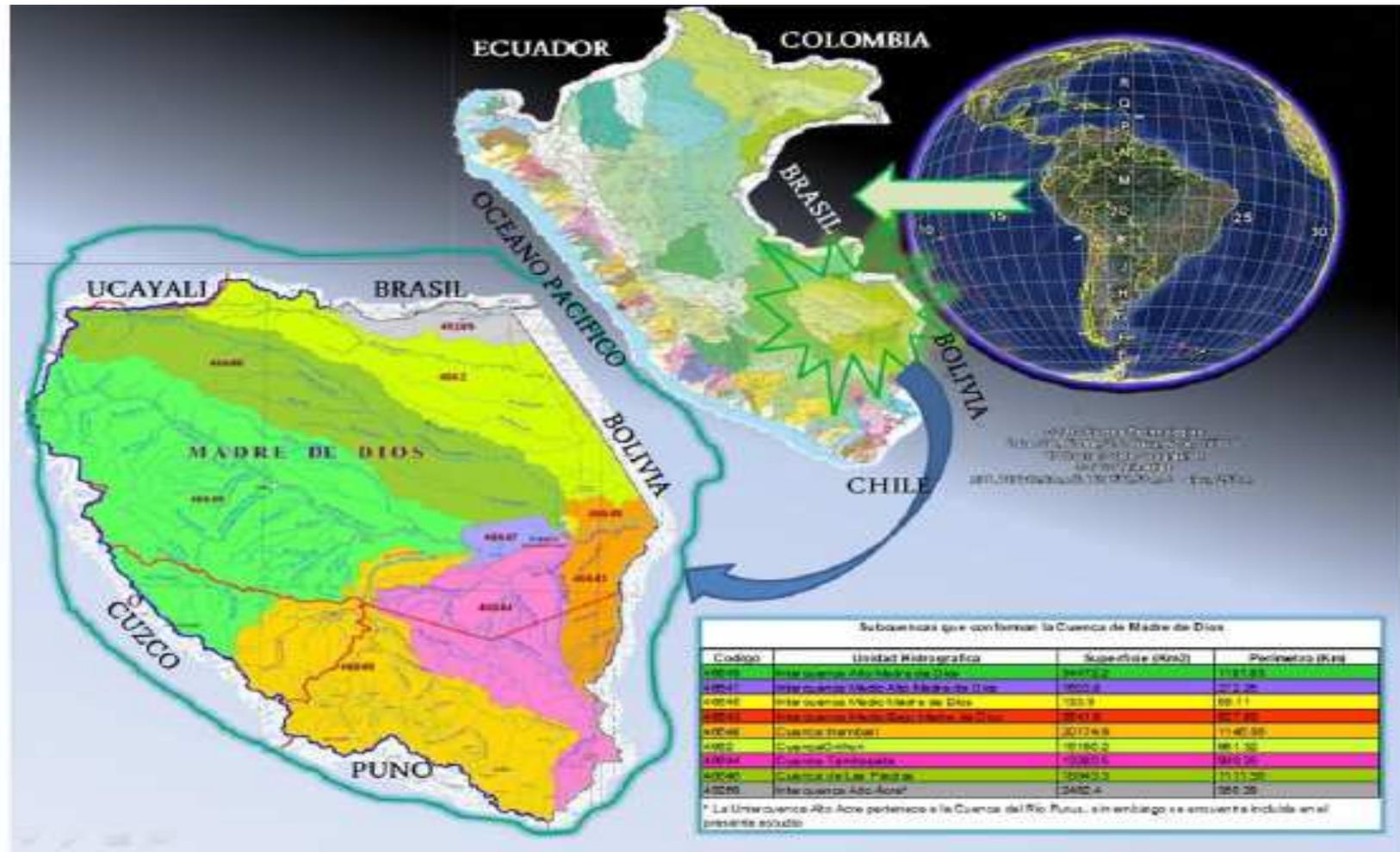
3.1.4. Hidrología

Las características hidrológicas de la zona denominada la Pampa están divididas en dos cuencas. En esta zona se encuentra el Fundo San Antonio, el cual le afecta esta división, por un lado la Cuenca del Tambopata, al sur, y por otro la Intercuenca Medio Alto Madre de Dios, al norte.

La Cuenca del Tambopata cuenta con un área de 13280.5 Km², con un perímetro de 909.25 Km, ocupando pisos altitudinales que van desde los 200 msnm en la desembocadura del río Tambopata con el río Madre de Dios hasta los 4750 msnm en su nacimiento en Puno. En la parte baja presenta zonas de vida de bosque húmedo – Subtropical a bosque muy húmedo - Subtropical, en la parte media un bosque pluvial - Subtropical y en la parte alta la zonas son de páramo y bosque pluvial - Alpino Subtropical.

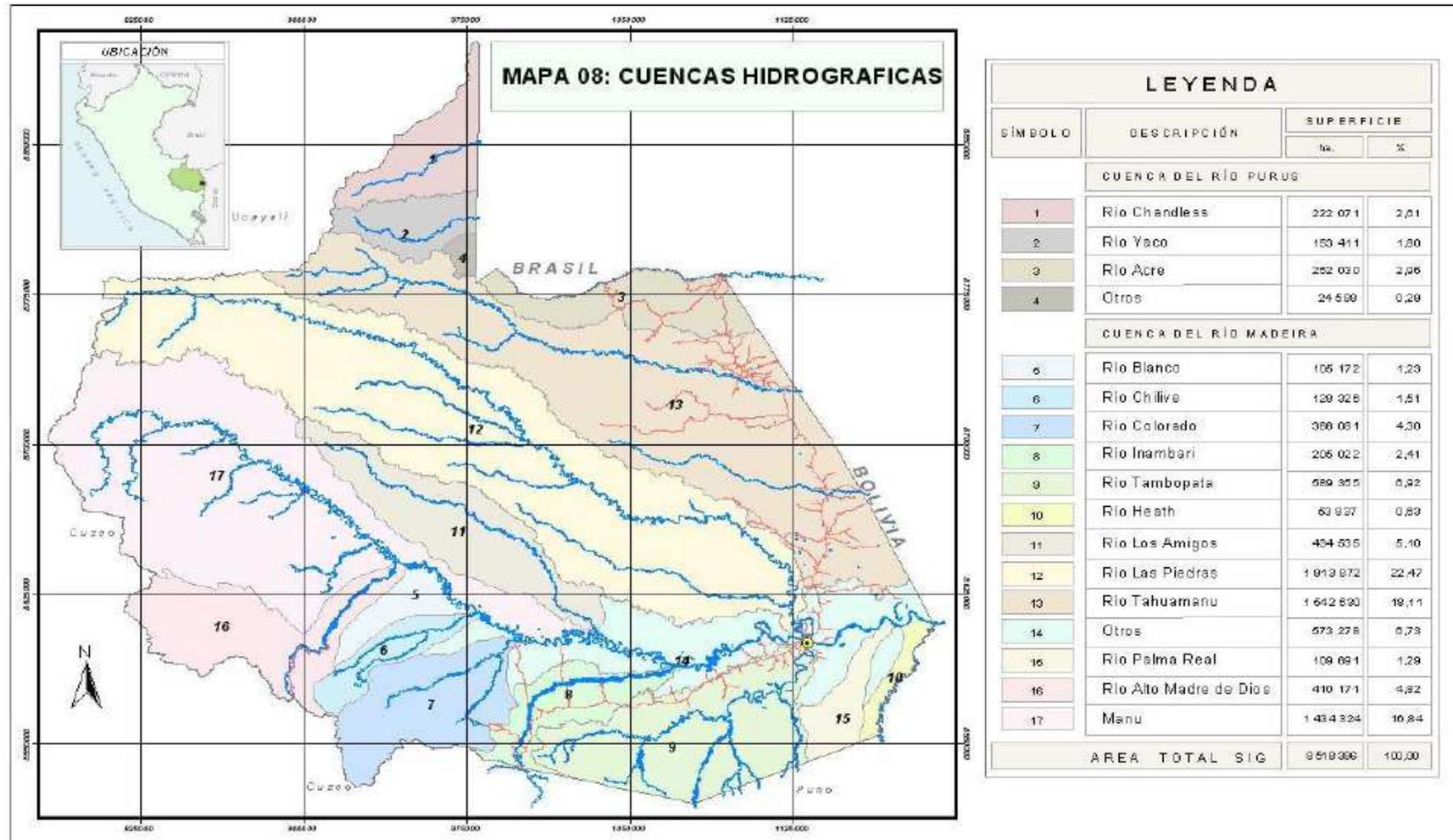
Por otro lado, la Intercuenca del Medio Alto Madre de Dios abarca un área de 1603.8 Km² y un perímetro de 272.3 Km, desde la capital Puerto Maldonado hasta la unión del río Inambari con el Madre de Dios. Alcanza 300 msnm en su cota más alta y 180 msnm en la cota más baja. Es zona de bosque húmedo tropical debido a que se encuentra en el llano amazónico.

Figura 3. Ubicación de la cuenca del río Madre de Dios



Fuente: Diagnostico hidrológico de la cuenca del Madre de Dios, Ministerio de Agricultura, 2010.

Figura 4. Mapa hidrográfico de Madre de Dios



Fuente: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

3.1.5. Vegetación

En términos de vegetación, se distingue una gran extensión boscosa a través de todo el departamento. En el sector norte, destacan: las comunidades de *Gadua* o pacales, las poblaciones de caoba (*Swietenia macrophylla*), madera de muy alto valor comercial, y los rodales de shiringa (*Hevea brasiliensis*) para la obtención del jebe. En la parte central, son importantes los rodales de castañas (*Bertholletia excelsa*). En el sector fronterizo con Bolivia, en el margen izquierdo del río Heath, están las Pampas del Heath con comunidades particulares tipo sabanas conformadas por pajonales de gramíneas y ciperáceas principalmente, asociadas con palmeras y árboles dispersos.

3.2. Materiales y equipos

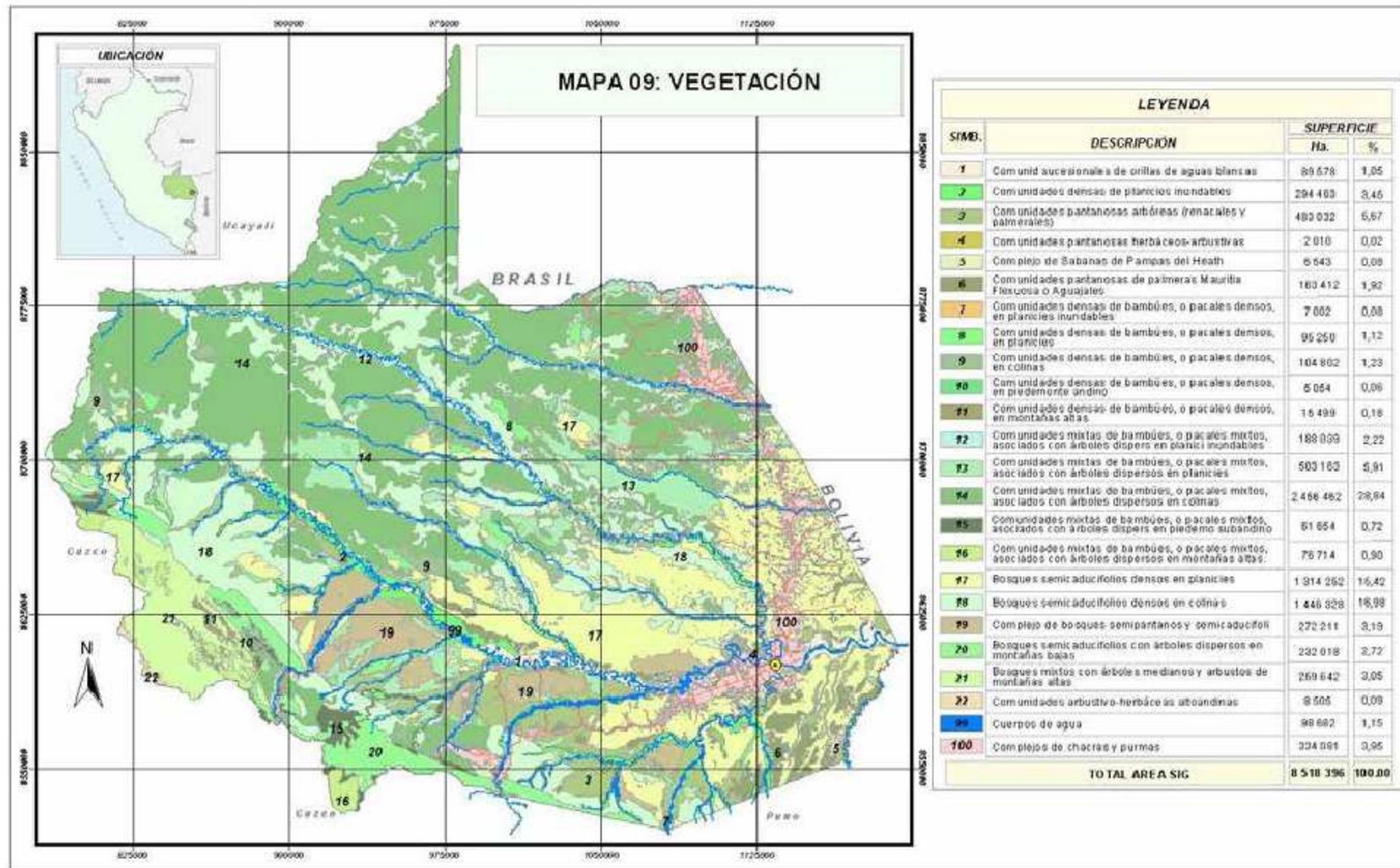
Materiales de campo:

- Cinta métrica.
- Machete.
- Libreta de campo.
- Plumón indeleble.
- Cinta marcadora.
- Cintas de agua.
- Obtención de jalones en campo de 1.5 m de alto.

Equipos de campo:

- Receptor GPS (Mack 60): Utilizado para la ubicación de los transectos.
- Brújula (Suunto): Para orientar la dirección.

Figura 5. Mapa de la vegetación de Madre de Dios



Fuente: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

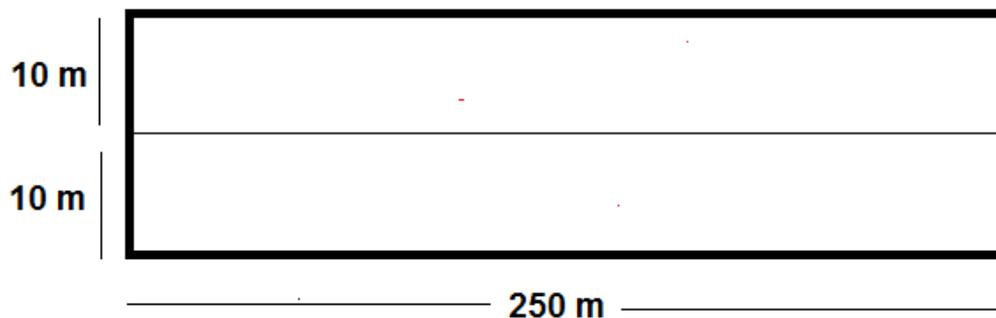
3.3. Metodología

Para la realización del inventario y obtención de la información de campo primeramente se realizó el reconocimiento del área, mediante un recorrido previo dentro del sitio de estudio, con el objetivo de observar y conocer las características físicas del sitio e identificar los lugares adecuados para el establecimiento de las unidades de muestreo. Así mismo, se analizaron los posibles inconvenientes que se podrían presentar durante la ejecución de la metodología.

3.3.1. Diseño de la unidad de muestreo

Se utilizó un diseño de muestreo sistemático con parcelas en fajas continuas que consiste en la elaboración de trochas tomadas como unidades de muestreo de igual longitud (transectos de 20x250 metros). En total se establecieron 10 transectos de 0,5 hectáreas cada uno y un área total inventariada de 5 hectáreas. Cinco transectos se instalaron utilizando el límite izquierdo del predio con una distancia entre ellos de 500 metros. Y en el lado opuesto los otros 5 alternándose con ellos a la misma distancia. La intensidad de muestreo fue de 3.2% según el área del bosque que se encuentra en la zona, que es de 155.28 hectáreas.

Figura 6. Esquema de los transectos establecidos



3.3.2. Establecimiento de parcelas

Se establecieron diez transectos de 20 x 250 m. El eje principal se delimitó con cintas de agua cada 10 metros para tener una buena visibilidad del eje de un punto a otro. Cada transecto se dividió en dos subtransectos para que una persona cuantificara cada transecto al tiempo que un ayudante registraba cada dato desde la línea central para un trabajo más rápido.

3.3.3. Evaluación de individuos en los transectos

Se cuantificaron, registraron e identificaron todos los individuos mayores a 10cm de DAP y su posición en el transecto. Se registraron parámetros dasométricos como DAP y altura total.

3.3.4. Análisis de la composición florística y estructura de los transectos

Tomando como referencias las experiencias de Campbell et al. (1986), y Mori & Boom (1987) y Campbell (1989) para el análisis de la composición florística y estructura de los transectos, se utilizaron fórmulas para calcular área basal, abundancia, frecuencia, densidad relativa, diversidad relativa, dominancia relativa, además del índice de valor de importancia (IVI).

3.4. Parámetros

El análisis estructural de una comunidad vegetal, se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de parámetros que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (**I.V.I.**).

3.4.1. Abundancia

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema). (Lamprecht, 1990)

Abundancia absoluta (Aba) = número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio (n_i)

Abundancia relativa (Ab%)

$$Ab\% = (n_i / N) \times 100$$

Dónde:

n_i = Número de individuos de la i ésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra

3.4.2. Frecuencia

Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las parcelas), la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

Frecuencia absoluta (Fra) = Porcentaje de parcelas en las que aparece una especie, 100% = existencia de la especie en todas las parcelas.

Frecuencia absoluta (FrA)

$$FrA = (F_i / F_t) \times 100$$

Frecuencia relativa (Fr%)

$$Fr\% = (Fr_{Ani} / Fr_{At}) \times 100$$

Dónde:

F_i = Frecuencia absoluta de la i ésima especie

F_t = Total de las frecuencias en el muestreo

3.4.3. Dominancia

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste.

Bajo este esquema la dominancia absoluta es la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros cuadrados y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.

Dominancia absoluta (D_a)

$$D_a = G_i / G_t$$

Dónde:

G_i = Área basal en m^2 para la i ésima especie

G_t = Área basal en m^2 de todas las especies

Dominancia relativa ($D\%$)

$$D\% = (D_{aS} / D_{aT}) \times 100$$

Dónde:

D_{aS} = Dominancia absoluta de una especie

D_{aT} = Dominancia absoluta de todas las especies

3.4.4. Índice de valor de importancia (I.V.I)

Formulado por Curtis & McIntosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

A partir del análisis de los datos se obtuvieron parámetros ecológicos de frecuencia, densidad y dominancia de las diversas especies, para posteriormente obtener el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para cada una de las especies.

3.5. Índices de diversidad

Índices basados en la abundancia relativa de especies. Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa. A este tipo de índices pertenecen el de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D , $1/D$).

3.5.1. Simpson

El índice de Simpson (D), es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y reflejan más la riqueza de especies. El índice de Simpson se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie.

$$D = \sum p_i^2 \quad \text{ó} \quad D = \frac{\sum [ni(ni - 1) / N(N-1)]}{N(N-1)}$$

Dónde:

p_i = Abundancia proporcional
 ni = Número de individuos de i ésima especie
 N = Número de individuos totales

3.5.2. Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener (H'), mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. Cuando el índice se calcula para varias muestras, los índices se distribuyen de manera normal, lo que hace posible comparar el conjunto mediante el análisis de varianza y se recomienda para comparar hábitats diferentes. La homogeneidad exhibida por la comunidad equivale a la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima, la cual es conocida como E .

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

$$E = H' / \ln(S)$$

Dónde:

H' = Diversidad de Shannon
 $p_i = (ni / N)$ = abundancia proporcional (relativa)
 E = Uniformidad de Shannon
 S = Número total de especies en el muestreo

3.5.3. Índice de similaridad de Jaccard

Compara las especies compartidas por dos comunidades sin tener en cuenta las abundancias. Si se presentan los casos extremos, el índice tomaría el valor de un (1.0) si se comparten todas las especies o el valor de cero (0.0), al no compartir ninguna especie, para este último caso la diversidad es máxima.

Este índice por no tener en cuenta la distribución de las abundancias, puede considerar dos comunidades como similares a pesar que sus estructuras sean totalmente diferentes.

$$C_j = j / a + b - j$$

Dónde:

a = número de especies en el ecosistema **A**

b = número de especies en el ecosistema **B**

j = número de especies compartidas por las comunidades

4. RESULTADOS

A partir del análisis de los datos se obtuvieron parámetros ecológicos de frecuencia, densidad y dominancia de las diversas especies, para posteriormente obtener el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para cada una de las especies. Así mismo se determinó el Índice de Shannon-Wiener y el Índice de Simpson. Por último, se determinó la matriz de similaridad de Jaccard para el bosque objeto de estudio.

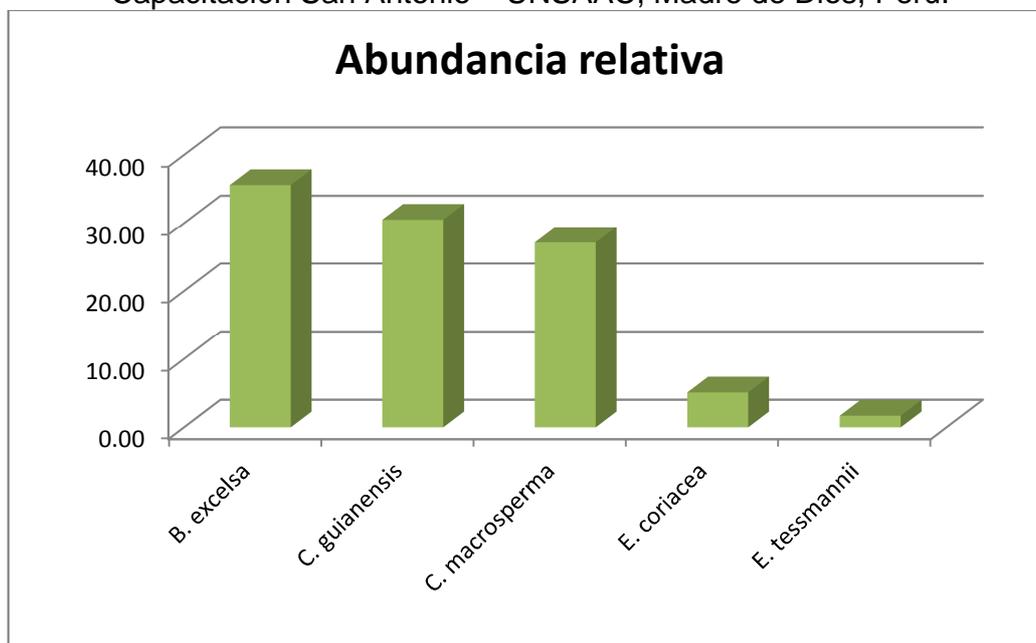
Se registraron 59 individuos con DAP \geq 10 cm, representados por 3 géneros y 5 especies de la familia *Lecythidaceae*. La especie con mayor número de individuos es *Bertholletia excelsa* con 21 individuos, seguida por *Couratari guianensis* con 18 árboles, *Couratari macrosperma* con 16 y, en menor cantidad el género *Eschweilera* representado con 4 individuos, 3 de *Eschweilera coriacea* y tan solo 1 árbol de *Eschweilera tessmannii* (Cuadro 2).

Abundancia: La especie más abundante en los diez transectos fue *Bertholletia excelsa*, y en el ámbito total representa el 35,59% de los árboles, seguida de *Couratari guianensis* (30,51%) y *Couratari macrosperma* (27,12%). En conjunto estas tres especies representan casi la totalidad de los individuos del estudio (55 árboles), los restantes representan el 6.78%, distribuyéndose entre dos especies más (Figura 7).

Cuadro 2. Especies de la familia *Lecythidaceae* inventariadas en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.

Especies	Número de individuos (n _i)
<i>Bertholletia excelsa</i>	21
<i>Couratari guianensis</i>	18
<i>Couratari macrosperma</i>	16
<i>Eschweilera coriacea</i>	3
<i>Eschweilera tessmannii</i>	1
Número de especies (S)=	5
Número de individuos (N)=	59

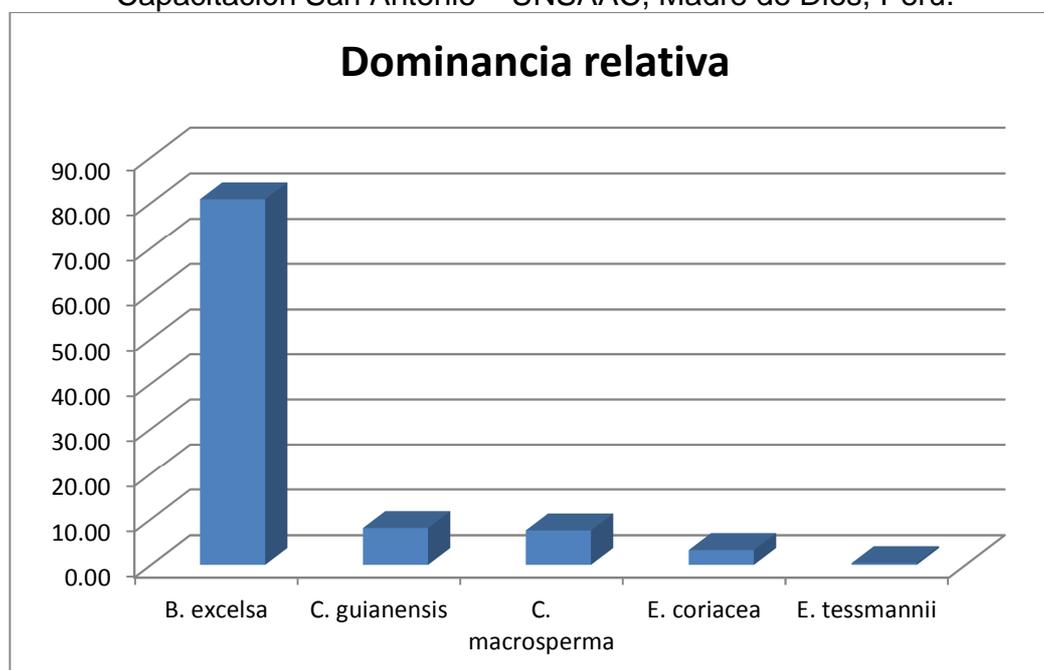
Figura 7. Abundancia relativa de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.



Fuente: Propia

Dominancia: El resultado obtenido para el área basal o dominancia total es de 10,08 m² y el transecto 5 presentó el valor mayor (6,60 m²), debido posiblemente a su ubicación alejada. Como la figura 8 muestra, *Berthollethia excelsa* fue la especie con la mayor área basal representando el 80,82%. A una distancia considerable el resto de las especies: *Couratari guianensis* con el 8,03%, *Couratari macrosperma* con 7,53% y *Eschweilera coriácea*, que a pesar de estar solo representada por tres individuos alcanza el 3,23% por un árbol grueso perteneciente al transecto 5. Por último, *Eschweilera tessmannii* con tan solo el 0,39% con un solo individuo de tallo fino.

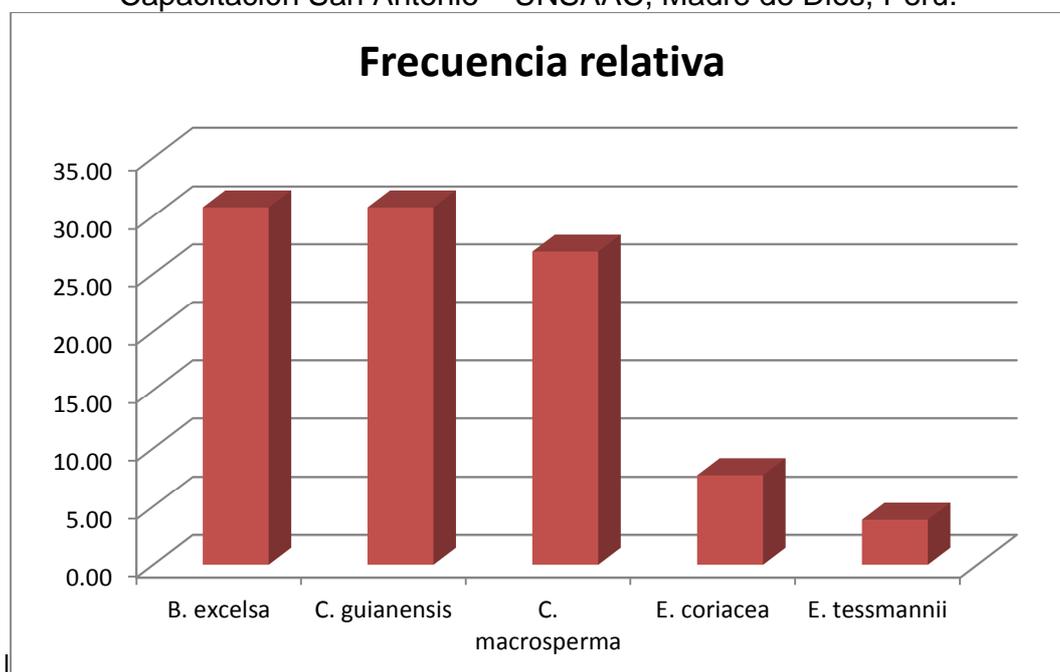
Figura 8. Dominancia relativa de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.



Fuente: Propia

Frecuencia: Está relacionada a la distribución espacial de las especies. Un valor alto de frecuencia relativa implica que la especie se encuentra presente en la mayoría de parcelas, es decir, que su distribución espacial tiende a ser homogénea. Las especies de mayor frecuencia relativa y por lo tanto, con una distribución espacial más homogénea, resultaron ser también, las especies más abundantes: *Bertholletia excelsa* y *Couratari guianensi* con un 30.77% cada una, seguida de *Couratari macrosperma* con un 26.92%. Las dos especies restantes mostraron una distribución espacial agregada, como lo sugiere su baja frecuencia relativa; *Eschweilera coriacea* con un 7.69% y *Eschweilera tessmannii* con un 3.85%.

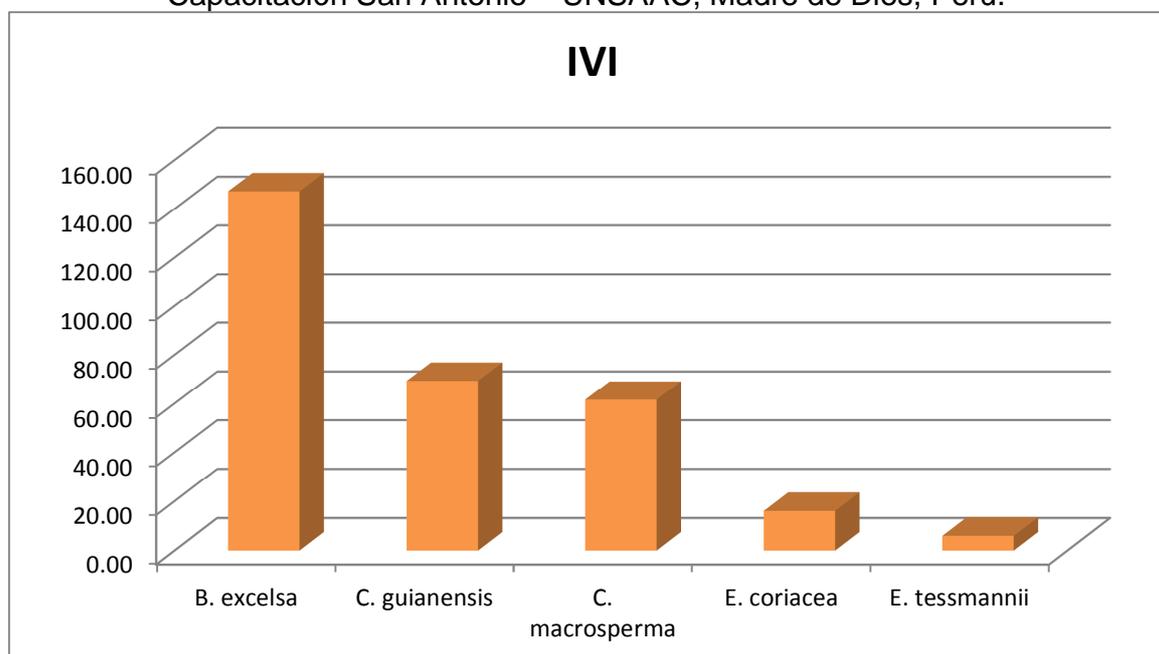
Figura 9. Frecuencia relativa de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.



Fuente: Propia

Índice de valor de importancia (IVI). El Índice de Valor de Importancia permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. Según la figura 10, la especie con mayor peso ecológico en el estudio realizado es *Bertholletia excelsa* con 147,18, seguido de *Couratari guianensis* con 69,31 y *Couratari macrosperma* con 61,57. *Eschweillera coriacea* representa 16.01% y la especie de menor importancia ecológica es *Eschweillera tessmannii* con 5.93.

Figura 10. Índice de valor de importancia de especies encontradas en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.



Fuente: Propia

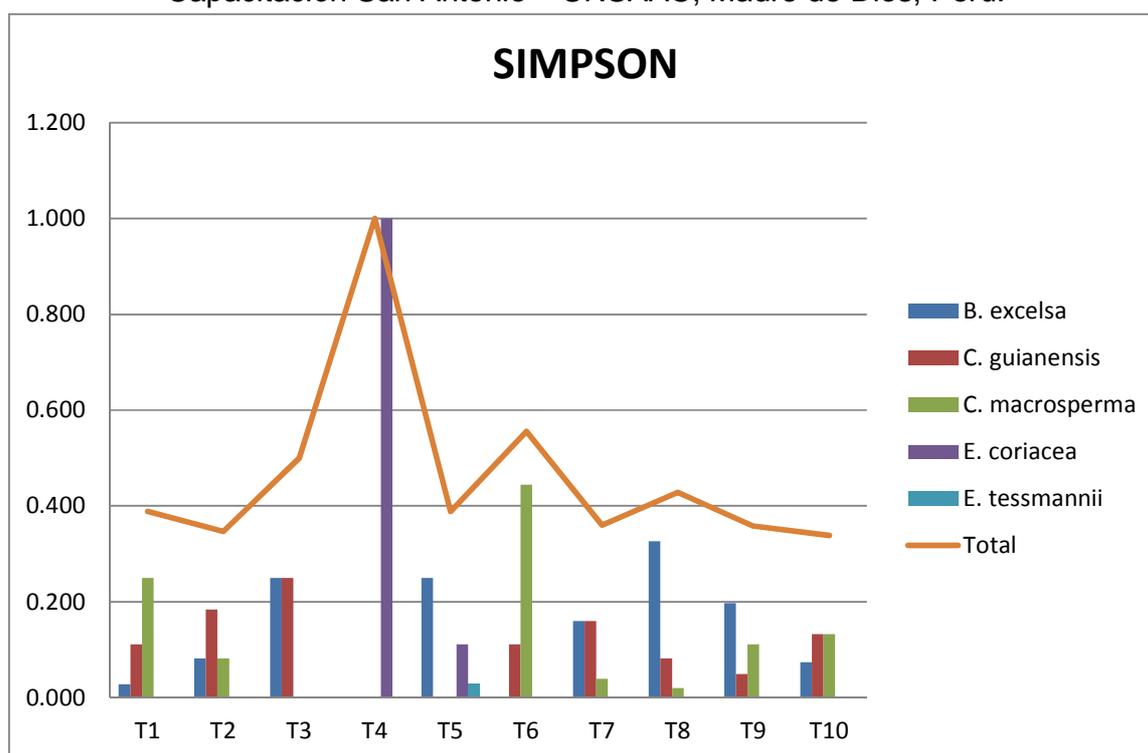
Cuadro 3. Resumen parámetros evaluados

N	ESPECIE	N° arb	A. basal	A. absoluta	A. relativa	D absoluta	D relativa	Frec. absoluta	Frec. Relativa	I.V.I.
1	<i>B. excelsa</i>	21	81443	0.3559	35.59	0.8092	80.92	80.00	30.77	147.18
2	<i>C. guianensis</i>	18	8093	0.3051	30.51	0.0803	8.03	80.00	30.77	69.31
3	<i>C. macrosperma</i>	16	7583	0.2712	27.12	0.0753	7.53	70.00	26.92	61.57
4	<i>E. coriácea</i>	3	3258	0.0508	5.08	0.0323	3.23	20.00	7.69	16.01
5	<i>E. tessmannii</i>	1	390	0.0169	1.69	0.0039	0.39	10.00	3.85	5.93
TOTAL		59	100768	1.0000	100.00	1.0000	100.00	260.00	100.00	300.00

Fuente: Propia

Simpson: El índice de Simpson se ha obtenido para cada uno de los diez transectos. El 70% de los transectos están por debajo de 0.5 siendo el menor valor 0.339 para el transecto 10, mientras que el restante 30% es igual o superior al 0.5, siendo 0.5 para el transecto 3 y alcanzando el valor de 1 para el transecto 4.

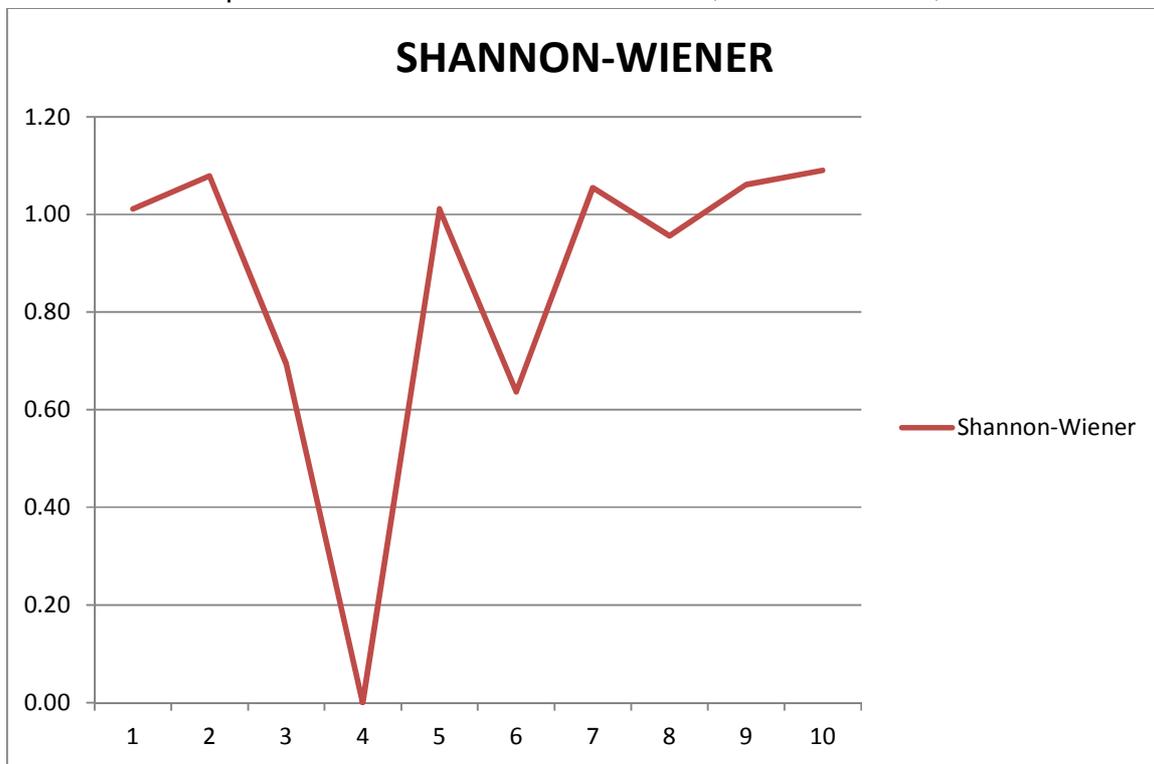
Figura 11. Índice de diversidad de Simpson por transectos en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.



Fuente: Propia

Shannon-Wiener: Para los diez transectos, el índice de diversidad de Shannon-Wiener nos da valores entre 0 a 1.09. El menor se da en el transecto 4 con valor de 0. Mientras que en el valor más alto que se da en el transecto 10 con 1.09. El resto de transectos varían entre 0.69-1.08.

Figura 12. Índice de diversidad de Shannon – Wiener por transectos en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.



Fuente: Propia

Cuadro 4. Comparación de los diez transectos en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.

	TRANSECTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Especies	3	3	2	1	3	2	3	3	3	3
Individuos	6	7	4	1	6	3	5	7	9	11
Shannon-Wiener	1.01	1.08	0.69	0	1.01	0.64	1.05	0.96	1.06	1.09
Simpson	0.39	0.35	0.50	1.00	0.39	0.56	0.36	0.43	0.36	0.34

Fuente: Propia

Jaccard: El cuadro 6 muestra el índice de Jaccard que expresa el grado en el que dos transectos son semejantes por las especies presentes en ellos. En él encontramos 6 transectos compartiendo especies y, por tanto, alcanzando el grado máximo de semejanza.

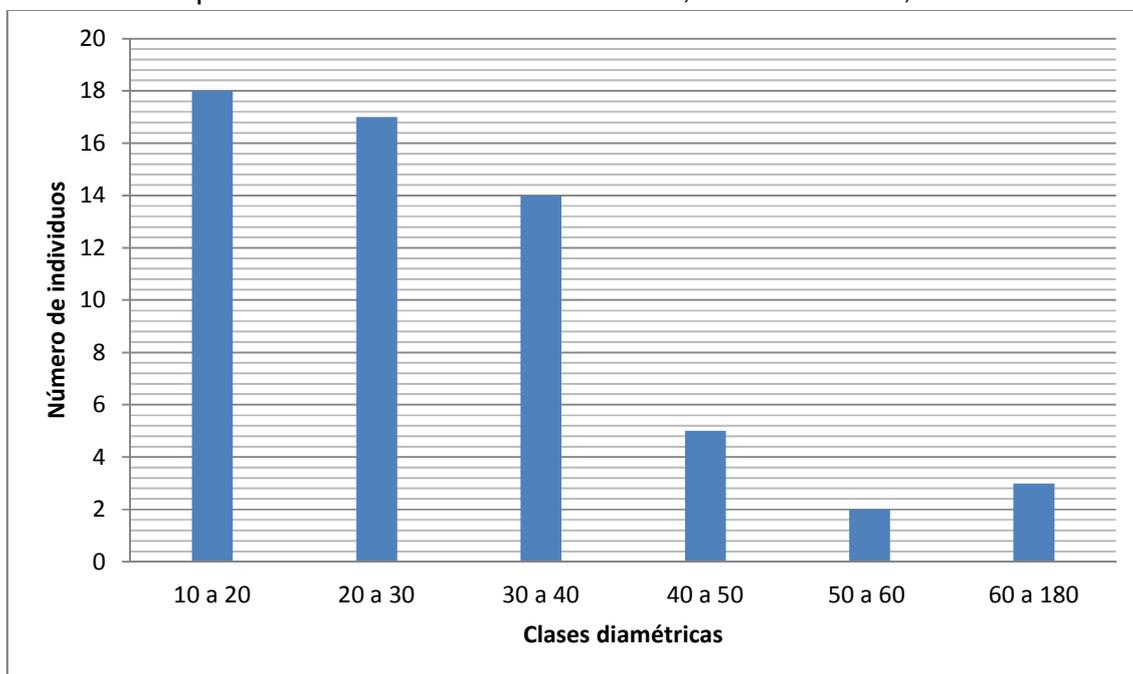
Cuadro 5. Índice de similaridad de Jaccard entre transectos en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.

Matriz de similaridad de los transectos muestreados, Jaccard										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
T1	1									
T2	1	1								
T3	0.667	0.667	1							
T4	0	0	0	1						
T5	0.200	0.200	0.250	0.333	1					
T6	0.667	0.667	0.333	0	0	1				
T7	1	1	0.667	0	0.200	0.667	1			
T8	1	1	0.667	0	0.200	0.667	1	1		
T9	1	1	0.667	0	0.200	0.667	1	1	1	
T10	1	1	0.667	0	0.200	0.667	1	1	1	1

Fuente: Propia

Clases diamétricas: La distribución general de los individuos en las diferentes clases diamétricas no muestra la forma característica de “J” invertida (figura 14), aunque si se parece, ya que la clase diamétrica menor contiene la mayoría de árboles y desciende gradualmente. A nivel de especie, el patrón de “J” invertida no se corresponde para nada con la especie más abundante por tener más árboles en las clases medias-altas. En cuanto a las otras especies más abundantes (*Couratari guianensis* y *Couratari macrosperma*), concentran todos sus individuos entre 10-40 cm. En las especies de baja densidad, los individuos se ubican distribuidos en casi todas las categorías diamétricas, pero sin llegar a tener árboles de gran tamaño.

Figura 13. Distribución de árboles de acuerdo a clases diamétricas en el Centro de Capacitación San Antonio – UNSAAC, Madre de Dios, Perú.



Fuente: Propia

5. DISCUSIÓN

Mientras algunos de los bosques más ricos en especies en el mundo están en Perú, no todos los bosques de la Amazonía peruana son excepcionalmente diversos. En general, áreas con mayor estacionalidad de precipitación, como aquellas más al sur son menos ricas en especies (Gentry 1982). Por otro lado, los bosques de terraza alta albergan una gran diversidad florística (Tuomisto et al. 1995, Terborgh y Andresen 1998) y la familia *Lecythidaceae* en efecto alcanza su mayor diversidad en estos bosques (Mitchell y Mori 1987). Pero en la llanura de Madre de Dios abundan los bosques pantanosos como los aguajales, y estos son poco convenientes para el desarrollo de especies de la familia.

Según Gentry la mayoría de especies de *Lecythidaceae* alcanzan grandes dimensiones en altura y diámetro. De hecho, *Bertholletia excelsa*, puede llegar a edades de hasta 270 años y con diámetros de 140 a 150 cm (Camargo et al. 1994). Son especialmente *Bertholletia excelsa* y *Couratari macrosperma* de grandes dimensiones y se corrobora en el presente estudio donde tres individuos de *Bertholletia excelsa* incluso superan los diámetros anteriormente citados.

Patrones de distribución espacial de las especies ha sido un tema particularmente importante en la ecología tropical porque la diversidad de especies en los trópicos está inevitablemente asociada con una baja densidad de individuos (Condit et al. 2000).

Pitman et al. (2001) reivindica en diversos estudios que las especies de árboles que más contribuyen con individuos a las selvas tropicales en la Amazonia occidental pertenecen a un pequeño grupo extendido de especies comunes. Sin embargo, que una especie sea generalizada no implica necesariamente que se presente con la misma probabilidad a lo largo de todos los hábitats de una región. Por consiguiente, Pitman et al. (1999) admitió que las especies de amplia distribución en los bosques amazónicos occidentales pueden mostrar preferencias por ciertos hábitats. Haciéndose evidente en el presente inventario, donde el transecto 4 transcurre completamente bordeando una quebrada con presencia de aguajales (*Mauritia flexuosa*) y una parte de los transectos 7 y 8 también, encontrándose poca a nula presencia de la familia estudiada.

Eschweilera tessmannii se describe comúnmente como una especie restringida a la parte central y occidental de la Amazonia (Mori y Prance 1990), pero en este estudio tan solo fue observado un individuo. Aplicando la definición de la abundancia por Pitman et al. (1999), las especies con menos de 1 individuo/ha se consideran localmente escasas o raras. Sin embargo, la escasez o rareza de las especies es difícil de evaluar ya que si se extiende el área de muestreo puede resultar en un mayor número de individuos, convirtiéndose finalmente una especie considerada previamente escasa en una común a escala local. Muchos

inventarios han demostrado que una especie rara, en un parche de bosque dado, era común en las zonas adyacentes.

De acuerdo con la información obtenida en el inventario, se encontró que la especie más abundante es *Bertholletia excelsa*, seguida de *Couratari guianensis*, mientras que la especie más escasa es el *Eschweilera tessmannii*. Se han encontrado individuos adultos con diámetros considerables, aunque el área de estudio ha estado sujeta a la tala selectiva en años anteriores. La mayor parte de estos anchos troncos pertenecen a la especie *Bertholletia excelsa*, debido a su estado de protección y a que su principal aprovechamiento es el fruto, la castaña o nuez de Brasil, con alto valor comercial.

Según las diferentes concesiones no maderables y estudios en el Departamento de Madre de Dios, la densidad del bosque castaño es de 0.3-1.3 árboles de castaña por hectárea. Pérez (2003) sugiere que la falta de juveniles en la población de castaña puede ser debido a la explotación intensiva. Por otro lado, en las 5 hectáreas inventariadas encontramos 21 árboles, lo que representa 4.2 árboles/ha, una cantidad superior a la media, con poca presencia de árboles juveniles.

La importancia ecológica de las especies, representada por el Índice de Valor de Importancia (IVI), se ve influenciado por la presencia de árboles de gran tamaño, como es el caso de *Bertholletia excelsa*. Lo anterior coincide con datos reportados en bosques tropicales, donde unos pocos árboles con alturas y diámetros altos son los que presentan el mayor IVI dentro del bosque (Dueñas et. Al 2007).

Los índices de estructura de especies para toda el área de estudio son de 1,30 para Shannon-Wiener y de 0.30 para Simpson. Los valores próximos a 5 en Shannon-Wiener representan una alta diversidad y, los valores alrededor de 1 baja diversidad. Estos índices toman real importancia cuando son comparados con índices de sitios cercanos, pero la carencia de literatura sobre índices de diversidad de lugares próximos a nuestra área de estudio impidió que se hiciera.

Comparando la estructura por transectos, el índice de Shannon-Wiener no muestra diferencias significativas, exceptuando los transectos 3 y 6 que muestran aún menor diversidad que el resto por contabilizar solo dos especies y 4 y 3 individuos, respectivamente. Además, en el transecto 4 tenemos un valor 0 (no hay diversidad), que contrariamente alcanza un valor máximo en el índice de Simpson al contar con un único individuo, y manifestando la probabilidad que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

En cuanto al índice de similaridad de Jaccard nos expresa el grado en el que dos transectos son semejantes por las especies presentes en ellos, revelando que seis de los diez transectos son totalmente iguales. Otros dos (Transectos 3 y 6) compartiendo un 66,6% entre ellos y con los demás transectos, exceptuando los transectos 4 y 5. El transecto 4, comparte la única especie que tiene con el

transecto 5, y este último, aparte de la anterior mencionada, comparte una especie con siete transectos y, otra más que no la comparte con ningún transecto.

La diferencia en la diversidad de especies y en el número de especies compartidas entre los transectos estudiados sugieren, en general, una distribución heterogénea, aún en una escala pequeña considerando la poca distancia entre transectos (500m).

La estructura diamétrica en la mayoría de los bosques tropicales está dada por un alto número de individuos con clases diamétricas menores y muy pocos individuos en las categorías altas (Webb & Pitman, 2002). En el presente estudio, la clase diamétrica de 10-20 cm presentó el porcentaje más alto en cuanto a número de individuos (30,5%), disminuyendo paulatinamente hasta la clase 50-60 cm con un 3,39%. Los datos muestran un bajo número de individuos con clases diamétricas mayores a 60 cm, registrando un salto hasta la clase diamétrica 140-150 cm, 160-170 cm y 170-180 cm con un individuo respectivamente (1,69% cada uno). En la Reserva del Manu, las clases diamétricas de 10-20 cm representan el 62,8% (Palomino 2001). Por lo que la no concordancia con el patrón de otro bosque de tierras bajas de la Amazonía puede ser debido a que en el presente inventario solo estudiamos a una familia (*Lecythidaceae*), con árboles a los que se recolecta su fruto, a la tala selectiva y a los asentamientos humanos aledaños.

Por eso, la distribución según clases diamétricas no presenta un comportamiento claro en “J” invertida, lo que confirma la tendencia para los bosques tropicales con perturbaciones.

6. CONCLUSIÓN

En la evaluación de los diez transectos del bosque de la llanura amazónica del Centro de Capacitación de la Universidad San Antonio Abad del Cusco ubicado en el Departamento de Madre de Dios, se registraron 59 árboles de la familia *Lecythidaceae* con $DAP \geq 10$ cm, representados por 3 géneros y 5 especies.

La especie más abundante en el área de estudio es *Bertholletia excelsa*, seguida de *Couratari guianensis*, *Couratari macrosperma*, *Eschweilera coriacea* y *Eschweilera tessmannii*. Encontramos una alta densidad de árboles por hectárea de la familia, demostrándose con la especie *Bertholletia excelsa* con 4,2 árboles/ha, en comparación con las densidades de otras zonas del Departamento que no alcanzan 1 individuo por hectárea.

Estos árboles se encontraron en zonas de terraza alta (suelos húmedos), donde no hay presencia de agua constante como en los aguajales. De hecho, para su buen desarrollo necesitan de unos meses de déficit de precipitaciones.

La familia *Lecythidaceae* según su distribución diamétrica no se encuentra en un estado óptimo de regeneración natural debido a factores antrópicos que, seguramente han contribuido a la degradación y disminución de la diversidad. Sin embargo, actualmente se presenta una recuperación del bosque, dadas las condiciones de protección por parte de la Universidad San Antonio Abad del Cusco como centro de capacitación e investigación. Además, algunos de los índices y valores dan esperanzas para conseguir un bosque tropical sin muchas perturbaciones, que son inevitables debido a la importante actividad económica que produce la especie *Bertholletia excelsa*, pero que se podrían mitigar con planes para la regeneración como evitar la extracción de todos los frutos y así hacer un uso sostenible de los recursos.

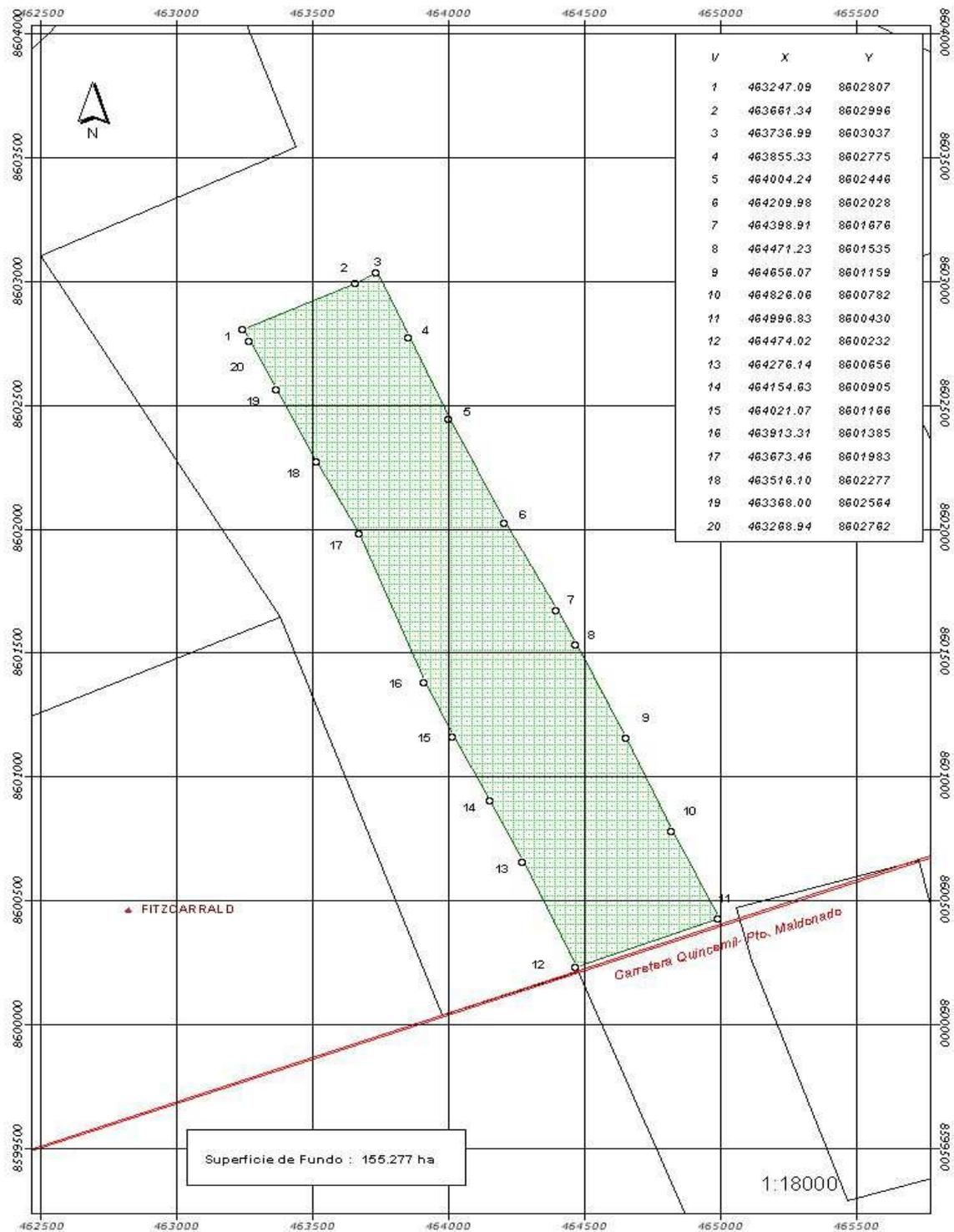
7. BIBLIOGRAFIA

- ALMEYDA, A. (1999). *Composición y Diversidad Arbórea del Bosque Secundario Tardío posterior a Cafetal en el Fundo La Génova, Junín-Perú*. Proyecto de Tesis. Facultad de Ciencias Forestales, UNALM. Lima-Perú.
- BRAKO, L. & ZARUCCHI, J.L. (1993). *Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú*. Missouri-EEUU: Missouri Botanical Garden.
- CALDERON, E., GALEANO, G. & GARCIA, N. (eds) (2002). *Libro Rojo de plantas fanerógamas de Colombia. Volumen 1. Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythydaceae*. Bogotá-Colombia: Instituto "Alexander Von Humboldt", Instituto de Ciencias naturales de la Universidad Nacional y Ministerio de Medio ambiente Colombia.
- GENTRY, A.H. (1982). *Neotropical Floristic Diversity*. St. Louis: Annals of Missouri Botanical Garden.
- GENTRY, A.H. (1993). *A Field Guide to the Families and Genera of Woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador y Peru) with Supplementary Notes on Herbaceous Taxa*. Chicago: The University Chicago Press.
- HOLDRIDGE, L. (2000). *Ecología basada en las zonas de vida*. San José – Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- MAGURRAN, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (2010). *Estudio diagnóstico hidrológico de la cuenca Madre de Dios*. Lima-Perú: MINAG-ANA-DCPRH-ASUP-ALA MALDONADO.
- MORENO, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA.
- MORI, S.A. & PRANCE G.T. (1990). *The New World Lecythydaceae. In: Flora Neotropica, monograph 21 (II)*. New York: New York Botanical Garden.
- ONERN (1976). *Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa*. Lima-Perú: INRENA.

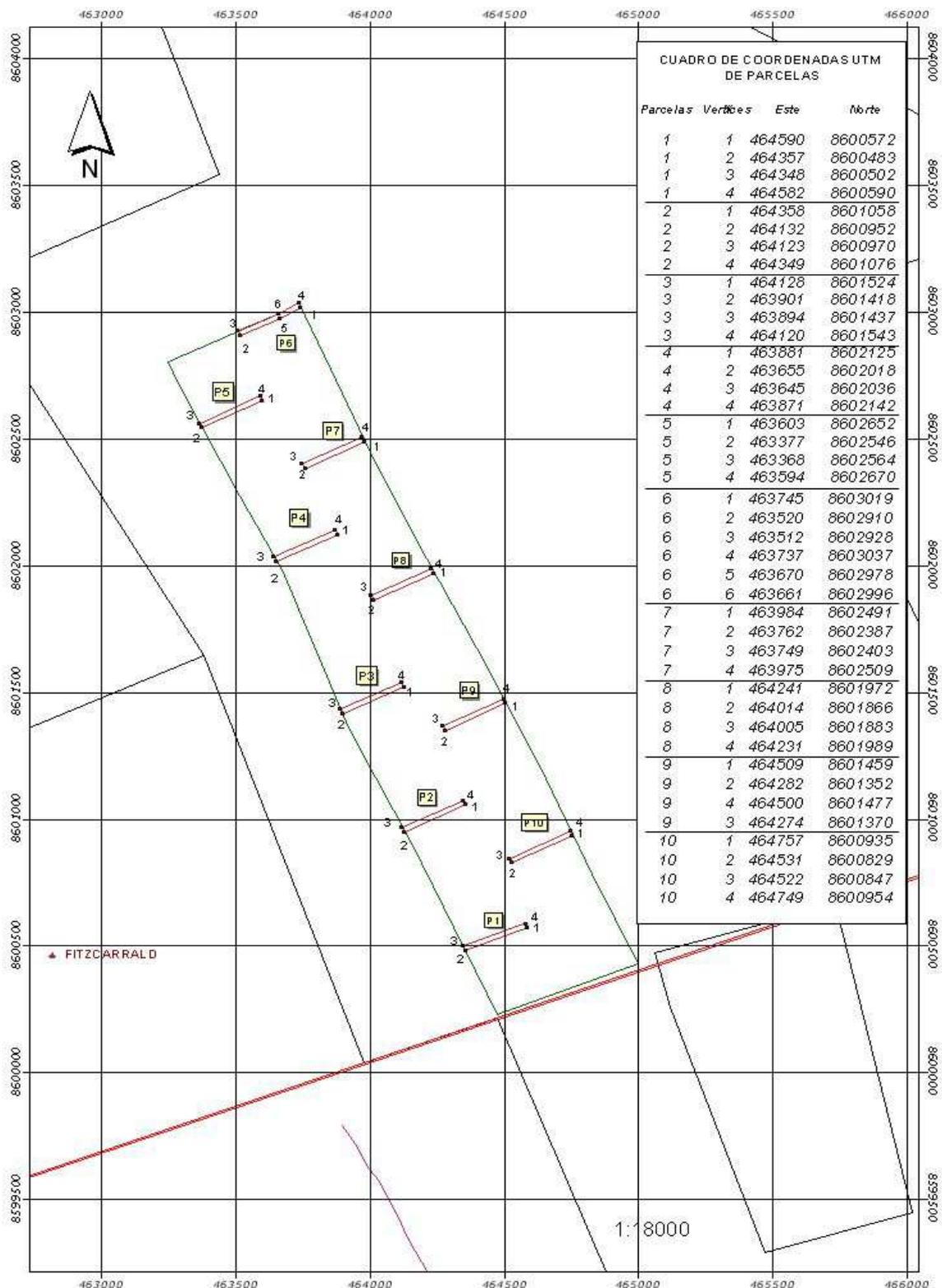
- PINO, D. (2007). *Distribution and Habitat Preferences of Lecythidaceae in the Rio Los Amigos Uplands. Southwestern Amazonia, Peru*. Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology. Georg-August University of Göttingen.
- PITMAN, N.C.A. (2000). *A large-scale inventory of two Amazonian tree communities*. Department of Botany- Duke University.
- PRANCE, G.T. & MORI, S.A. (1979). *The New World Lecythidaceae. In: Flora Neotropica, monograph 21 (I)*. New York: New York Botanical Garden.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. *Worldwide Bioclimatic Classification System*. 1996-2009. <http://www.ucm.es/info/cif/station/pe-inapa.htm> (5 de Junio de 2012).
- TUOMISTO, H. (1993). *Clasificación de vegetación en la selva baja peruana*. Pag. 103-112 in R. Kalliola, M. Puhakka and W. Danjoy, *Amazonia peruana: Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Jyväskylä: Universidad de Turku (PAUT) y ONERN.

8. ANEXOS

8.1. Coordenadas del Centro de Capacitación San Antonio.



8.2. Coordenadas de los diez transectos del Centro de Capacitación San Antonio.

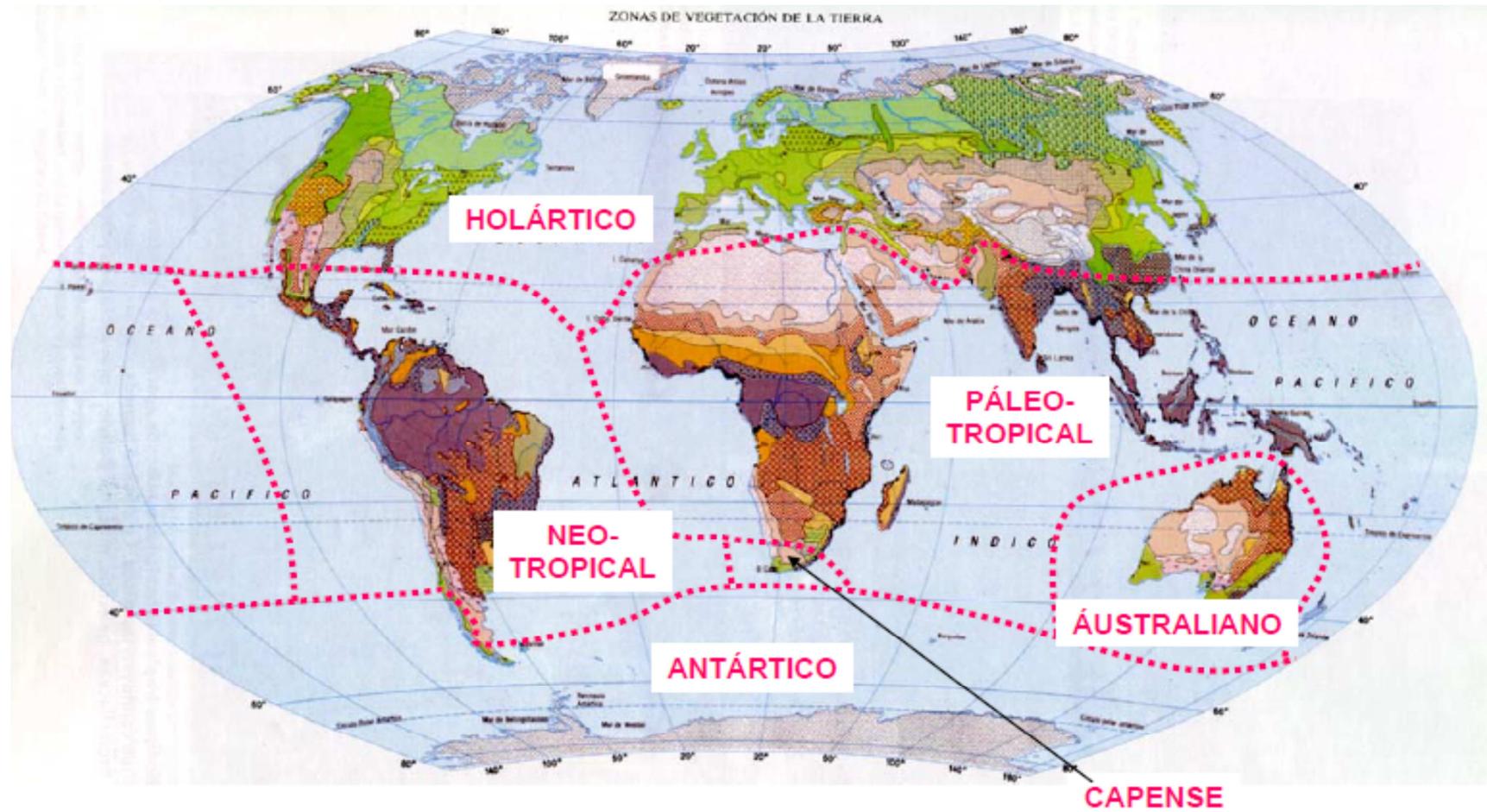


8.3. Ubicación de todos los individuos registrados de la familia *Lecythaceae* en el Centro de Capacitación San Antonio.

TRANSECTO	GÉNERO	ESPECIE	DIST. TRANS.	IZQ	DER	DIST.
1	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	30	X		10
1	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	35	X		6
1	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	65		X	8
1	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	100	X		4
1	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	180	X		4
1	<i>Couratari</i>	<i>Macrosperma</i>	220	X		8
2	<i>Couratari</i>	<i>Macrosperma</i>	10	X	X	6
2	<i>Couratari</i>	<i>Guianensis</i>	60		X	10
2	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	110		X	7
2	<i>Couratari</i>	<i>Guianensis</i>	150		X	3
2	<i>Couratari</i>	<i>Macrosperma</i>	160	X		8
2	<i>Couratari</i>	<i>Guianensis</i>	220		X	2
2	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	240	X		5
3	<i>Couratari</i>	<i>Guianensis</i>	100	X		8
3	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	160		X	6
3	<i>Couratari</i>	<i>Guianensis</i>	210		X	10
3	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	250		X	8
4	<i>Eschweilera</i>	<i>Coriácea</i>	210	X		10
5	<i>Eschweilera</i>	<i>Tessmannii</i>	20	X		6
5	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	50		X	10
5	<i>Eschweilera</i>	<i>Coriácea</i>	130		X	2
5	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	150		X	5
5	<i>Eschweilera</i>	<i>Coriácea</i>	160		X	2
5	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	170	X		10
6	<i>Couratari</i>	<i>Macrosperma</i>	110	X		2
6	<i>Couratari</i>	<i>Guianensis</i>	180		X	8
6	<i>Couratari</i>	<i>Macrosperma</i>	240	X		6
7	<i>Couratari</i>	<i>Guianensis</i>	10		X	1
7	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	70		X	10
7	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	120	X		4
7	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	200	X		6
7	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	230		X	8
8	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	20	X		10
8	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	100	X		3
8	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	130		X	9
8	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	190		X	1

8	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	200	X		8
8	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	240		X	8
8	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	250		X	6
9	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	30	X		4
9	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	40		X	8
9	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	80		X	6
9	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	100		X	2
9	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	110	X		5
9	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	190		X	10
9	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	210		X	10
9	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	220		X	6
9	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	240	X		1
10	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	40	X		4
10	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	50		X	10
10	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	110		X	10
10	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	130		X	6
10	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	140	X		8
10	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	150		X	7
10	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	200	X		1
10	<i>Bertholletia</i>	<i>Excelsa</i>	210	X		6
10	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	220		X	10
10	<i>Couratari</i>	<i>macrosperma</i>	240		X	6
10	<i>Couratari</i>	<i>guianensis</i>	250	X		8

8.4. Ecozonas del mundo.



8.5. Zonas de vida de Holdridge.

	Temperatura media (°C)						
Precipitación anual mm	<1,5	1,5-3	3-6	6-12	12-18	18-24	>24
<125	Polar	Tundra seca	Desierto boreal	Desierto templado frío	Desierto templado cálido	Desierto subtropical	Desierto tropical
125-250		Tundra húmeda	Matorral seco	Desierto arbustivo templado frío	Desierto arbustivo templado cálido	Desierto arbustivo subtropical	Desierto arbustivo tropical
250-500		Tundra muy húmeda	Bosque húmedo (puno)	Estepa	Estepa espinosa	Matorral espinoso subtropical	Matorral espinoso tropical
500-1000		Tundra pluvial	Bosque muy húmedo (páramo)	Bosque húmedo templado frío	Bosque seco templado cálido	Bosque seco subtropical	Bosque muy seco
1000-2000			Bosque pluvial (páramo pluvial)	Bosque muy húmedo templado frío	Bosque húmedo templado cálido	Bosque húmedo subtropical	Bosque tropical seco
2000-4000				Pluvisilva templada fría	Bosque muy húmedo templado cálido	Bosque muy húmedo subtropical	Bosque húmedo tropical
4000-8000					Pluvisilva templada cálida	Pluvisilva subtropical	Bosque tropical muy húmedo
>8000							Pluvisilva tropical

8.6. Imágenes de *Lecythidaceae*

Bertholletia excelsa Humboldt & Bonpland



Couratari guianensis Aublet



Couratari macrosperma A.C. Sm.



Eschweilera coriacea (DC.) S.A. Mori



Eschweilera tessmannii R. Knuth

