



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO**  
**SOSTENIBLE**

**TESIS**

**CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y  
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL AGUAJAL SECTOR  
PLANCHÓN EN EL DISTRITO LAS PIEDRAS-  
TAMBOPATA, MADRE DE DIOS, 2024**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**AUTOR:**  
Br. JULIO CESAR CALLO CCORCCA

**ASESOR:**  
Dr. RICARDO GONZALES QUISPE  
Código ORCID: 0000-0003-0227-8770

**CO-ASESOR:**  
Dr. HERNANDO HUGO DUEÑAS  
LINARES  
Código ORCID: 0000-0002-5980-8974

**CUSCO – PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Ricardo Gonzales Quispe ..... quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: CHARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y SERVICIOS ECO-SISTÉMICOS DEL AGUAJAL SECTOR PIANCHÓN EN EL DISTRITO LAS PIEDRAS - TAMBOPATA, MAURE DE 2025.

Presentado por: JULIO CESAR CALLO LAREO DNI N° 46576190; presentado por: .....

Para optar el título Profesional/Grado Académico de MAESTRO EN CAMBIOS CLIMÁTICOS Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6º del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5 %.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 03 de noviembre de 2025

Firma

Post firma Ricardo Gonzales Quispe

Nro. de DNI 23903799

ORCID del Asesor 0000-0003-0227-8770

Co-Asesor: Hernando Hugo Dueñas Linares

Se adjunta: DNI: 23895826 ORCID: 0000-0002-5980-8974

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259514593115

**JULIO CESAR CALLO CCORCA****CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y  
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL AGUAJAL SECTOR PLANCHA...** Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco**Detalles del documento**

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:514593115

198 páginas

Fecha de entrega

18 oct 2025, 12:34 a.m. GMT-5

41.320 palabras

Fecha de descarga

18 oct 2025, 12:39 a.m. GMT-5

241.696 caracteres

Nombre del archivo

INFORME FINAL JULIO CALLO\_TESIS\_MAESTRÍA.pdf

Tamaño del archivo

8.1 MB

## 5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- » Bibliografía
- » Texto citado
- » Texto mencionado
- » Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Fuentes principales

- |    |   |
|----|---|
| 4% |  Fuentes de Internet                           |
| 1% |  Publicaciones                                 |
| 3% |  Trabajos entregados (trabajos del estudiante) |

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
ESCUELA DE POSGRADO

INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

Dra. NELLY AYDE CAVERO TORRE, Directora(e) General de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a Usted a condición de integrantes del Jurado evaluador de la tesis intitulada: "**CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL AGUAJAL SECTOR PLANCHÓN EN EL DISTRITO LAS PIEDRAS-TAMBOPATA, MADRE DE DIOS, 2024**"; del Br. JULIO CÉSAR CALLO CCORCCA. Hacemos de su conocimiento que el (la) sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el jurado el día **CINCO DE AGOSTO DE 2025**.

Es todo cuanto informamos a Usted, a fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de **MAESTRO EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE**.

Cusco, 12 de septiembre de 2025

Dra. Violeta Zamalloa Acurio  
Primer Replicante

Mg. Wilfredo Chávez Huamán  
Segundo Replicante

Dr. Benedicto Baca Rosado  
Primer Dictaminante

Dr. Percy Taco Palma  
Segundo Dictaminante

## Dedicatoria

*A mis queridos padres, por el apoyo infinito que siempre recibido de ustedes, por sus consejos, el amor que me dan, por ser mis mejores amigos en esta vida, por tanto, sacrificio y trabajo por hacerme una persona de bien y así poder lograr mis metas. Agradezco a dios por tener unos padres tan maravillosos como ustedes.*

*A mis adorables hermanos Ivon José, Maritza, Luz Marina, Mariluz, por el amor y apoyo que me dan, por todo los momentos que hemos compartido, por siempre confiar en mí y apoyarme en mis decisiones, Gracias por ser los mejores hermanos y amigos.*

*A mi querida hija Khaleesi, por ser la persona más importante en mi vida, la que ilumina mi vida, la sonrisa que me hace olvidar cualquier Problema y la Alegría que me llena el Corazón. Tu inocencia y curiosidad me recuerdan la importancia de vivir el momento y disfrutar de la vida.*

*A Khaterinne, por ser mi compañera de vida y siempre confiar mí, por ser una madre excepcional para Khaleesi y estar siempre al pendiente de ella.*

*A mi queridos Sobrinos Smith, Dayana, Greyci, Lana y Emelyn a los cuales los quiero mucho, y siempre están para alegrarme la vida.*

*A mis tíos Máximo, Luisa, Victoria, Alicia y familiares. Quienes siempre estuvieron a mi lado y confiaron en mí, nunca me dejaron solo y estuvieron presentes en el momento oportuno.*

*A todas las personas que me valoran realmente y me brindan su amistad sincera, que siempre están en los momentos difíciles.*

## Agradecimientos

*A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, por haberme brindado todas las facilidades en estos años de estudios de Maestría en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, por brindarme la oportunidad de continuar en mi superación y especialización académica.*

*A todos los docentes y compañeros de estudios del Programa de Maestría en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, por compartir sus conocimientos, enseñanzas y amistad.*

*Un agradecimiento especial al Dr. Ricardo Gonzales Quispe, Dr. Hugo Hernando Dueñas Linares, por la asesoría de la presente tesis y por su amistad en todos estos años, y por sus valiosos aportes en el proceso de desarrollo de la tesis, a Jesús Abdel Fidhel Sánchez, por su ayuda en la elaboración de los mapas, a Willian Hancco Ccahuantico, Gastón Coa Sánchez, Juan José Quiñonez Almiron, Daniel Ernesto Navarro Perez, Luis Fernando Yari Champi, Miguel Ángel Ranilla Huamantuco, Roberth Finfan Farfán Huanca, Evelin, Franksua Elias Hauylla Ttito, Elisban Ferro Quispe, Sufer Marcial Báez Quispe, Jhonatan Huanto AlCCA, Miguel Dueñas Chaccacanta, por su valiosa ayuda en los trabajos de campo.*

## Índice general

<b>Dedicatoria.....</b>	ii
<b>Agradecimientos.....</b>	iii
<b>Índice general.....</b>	iv
<b>RESUMEN.....</b>	xii
<b>ABSTRACT.....</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	xiv
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	1
<b>1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....</b>	1
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	2
a) Problema General.....	2
b) Problemas específicos.....	2
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	3
<b>1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	5
a) Objetivo General.....	5
b) Objetivos Específicos.....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....</b>	7
<b>2.1. Bases Teóricas.....</b>	7
<b>2.1.1. Teoría de Servicios Ecosistémicos.....</b>	7
<b>2.1.2. Marcos Teóricos Ecológicos: Gradientes Ambientales y Composición Florística.....</b>	7
<b>2.1.3. Teoría de la Estabilidad de los Ecosistemas. (McNaughton, 1977; McCann, 2000).....</b>	7
<b>2.1.4. Hipótesis de la Diversidad-Productividad (Liang et al., 2016).....</b>	8
<b>2.1.5. Ecología Funcional y Rasgos de Plantas en Ecosistemas Tropicales.....</b>	8
<b>2.2. Marco Conceptual (Palabras clave).....</b>	8
<b>2.2.1. Definición de Aguajales.....</b>	10
<b>2.2.2. Definición de Aguaje.....</b>	11
<b>2.2.3. Amenazas del aguaje.....</b>	11
<b>2.2.4. Deforestación y cambio de uso de suelo.....</b>	12
<b>2.2.5. Cambios en la cobertura forestal.....</b>	12
<b>2.2.6. Minería ilegal.....</b>	13
<b>2.2.7. Cambio climático.....</b>	13
<b>2.2.8. Contaminación.....</b>	14

<b>2.2.9. Degradación.....</b>	14
<b>2.2.10. Diversidad biológica.....</b>	14
<b>2.2.11. Riqueza de especies.....</b>	15
<b>2.2.12. Índices de diversidad.....</b>	15
<b>2.2.13. Estatus de conservación de especies.....</b>	16
<b>2.2.14. Servicios ecosistémicos. (Aregar, cuáles son los servicios ecosistémicos).....</b>	16
<b>2.2.15. Servicios Ecosistémicos en un Aguajal Mixto Antropizado de la Amazonía.....</b>	17
<b>2.3. Antecedentes Empíricos de la investigación.....</b>	19
<b>2.3.1. Antecedentes Internacionales.....</b>	19
<b>2.3.2. Antecedentes Nacionales.....</b>	23
<b>2.3.3. Antecedentes Locales (Madre de Dios).....</b>	28
<b>2.3.4. Exclusión del capítulo de Hipótesis.....</b>	43
<b>2.3.5. Identificación de Variables, Indicadores y Operacionalización.....</b>	44
<b>2.3.5.1. Introducción a la matriz de operacionalización de variables.....</b>	44
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	48
<b>3.1. Ámbito de Estudio: Localización política y geográfica.....</b>	48
<b>3.2. Ubicación y localización del área de estudio.....</b>	48
<b>3.3. Descripción de las características física del área de estudio.....</b>	50
<b>3.3.1. Clima.....</b>	50
<b>3.3.2. Zona de Vida.....</b>	50
<b>3.3.3. Vegetación.....</b>	50
<b>3.3.4. Suelos.....</b>	50
<b>3.4. Tipo y Nivel de Investigación.....</b>	51
<b>3.4.1. Tipo de Investigación.....</b>	51
<b>3.5. Nivel o Alcance de la Investigación.....</b>	52
<b>3.5.1. Investigación Descriptiva.....</b>	52
<b>3.6. Unidad de Análisis.....</b>	53
<b>3.7. Unidades de Observación.....</b>	56
<b>3.8. Diseño de Investigación.....</b>	57
<b>3.9. Población, Muestra y Tamaño de Muestra.....</b>	57
<b>3.9.1. Criterios para Justificar el Tamaño de Muestra de 1 Hectárea.....</b>	60
<b>3.10. Técnica para la Selección de la Muestra.....</b>	62
<b>Criterios para su Justificación.....</b>	62

Criterios Ecológicos Predefinidos.....	63
3.11. Técnicas de Recolección de Información en Campo.....	65
3.12. Técnicas de análisis e interpretación de la información.....	73
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
4.1. De la riqueza, abundancia e índices de diversidad específica en 1 hectárea de bosque aguajal mixto.....	76
4.1.1. Riqueza de especies.....	76
4.1.2. Abundancia.....	78
4.1.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD ESPECÍFICA.....	80
4.2. De la composición florística en 1 ha de una comunidad aguajal mixto.....	88
4.3. Composición florística comparativa con otras parcelas de 1 hectárea del departamento de Madre de Dios.....	97
4.4. Estructura de la comunidad.....	98
4.4.1. Parámetros poblacionales.....	98
4.4.2. Índice de valor de importancia de especies.....	100
4.4.3. Parámetros dasométricos de la población.....	102
4.4.4. Clase altimétrica (altura m).....	105
4.4.5. Clase diamétrica (dap cm).....	106
4.4.5. Distribución espacial de las especies en 1 ha de bosque aguajal mixto.....	109
4.6. Resultados sobre los servicios ecosistémicos en el bosque aguajal mixto de la localidad Planchón, distrito Las Piedras.....	112
4.6.1. Biomasa aérea acumulada (kg/ha).....	112
4.6.2. Stock de carbono almacenado (kg/ha).....	115
4.6.3. Producción y cosecha de frutos de aguaje.....	117
4.7. Resultados respecto a la valoración de los servicios ecosistémicos.....	120
4.7.1. Valoración sobre la percepción de la importancia por comunidades locales de los servicios ecosistémicos de los aguajales.....	120
4.7.2. Nivel de dependencia económica y social de los recursos del aguajal.....	123
4.8. DISCUSIÓN.....	131
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	133
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables, Dimensiones e Indicadores.....	149
ANEXO 2. Matriz de Consistencia.....	152

ANEXO 3. Instrumentos de recolección de datos.....	161
ANEXO 4. Cuestionario 1.....	162
ANEXO 5. Cuestionario 2.....	163
ANEXO 6. Reconocimiento del área de estudio Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto Madre de Dios.....	164
ANEXO 7. Materiales, aparatos e instrumentos de campo y equipo de investigación.....	165
ANEXO 8. Establecimiento de la parcela y subparcelas en el área de estudio Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto Madre de Dios.....	166
ANEXO 9. Toma de datos dasométricos y plaqueo de árboles $\geq 10$ cm DAP.....	167
ANEXO 10. Medición de parámetros estructurales: DAP, Altura.....	168
ANEXO 11. Colección de especímenes vegetales, herborización e Identificación.....	169
ANEXO 12. Producción y cosecha de frutos de aguaje, en el Bosque Aguajal Mixto de la Localidad de Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto Madre de Dios.....	170
ANEXO 13. Certificación de especímenes vegetales en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Dpto MDD por un especialista nacional en Identificación taxonómica de Flora Silvestre, registrado oficialmente en el SERFOR.....	171
ANEXO 14. Identificación de los de especímenes vegetales en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Dpto MDD por un especialista nacional en Identificación taxonómica de Flora Silvestre, registrado oficialmente en el SERFOR.....	172

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Representa el marco conceptual y operacionaliza los constructos teóricos.	9
Tabla 2. Matriz de Operacionalización de Variables.....	45
Tabla 3. Se presenta la matriz para la recolección de información.....	65
Tabla 4. Matriz de Técnicas de Análisis e Interpretación por Objetivo.....	73
Tabla 5. Riqueza y Abundancia e índices de diversidad de 21 parcela de 1 ha en Madre de Dios.....	76
Tabla 6. Valores comparativos de abundancia y riqueza en diferentes parcelas de la Amazonía.....	79
Tabla 7. Riqueza, Abundancia e índices de diversidad para una hectárea de bosque Aguajal-. Mixto.....	80
Tabla 8. Comparación de Índices de Diversidad de especies arbóreas en la amazonia.....	87
Tabla 9. Composición florística de 21 subparcelas en un bosque Aguajal mixto, localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	88
Tabla 10. Composición Florística total para 21 subpacelas en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	89
Tabla 11. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Géneros en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	90
Tabla 12. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	91
Tabla 13. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	93
Tabla 14. Distribución de los 15 Géneros de árboles con el mayor número de especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.	95
Tabla 15. Distribución de las 15 Especies de árboles con el mayor número de individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.	96
Tabla 16. Representa la Composición Florística de parcelas del Departamento de Madre de Dios.....	97
Tabla 17. Parámetros poblacionales: Abundancia Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia relativa en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.	98
Tabla 18. Índice de Valor de Importancia de especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	100
Tabla 19. Clase Altímetrica de los árboles.....	105

Tabla 20. Representa valores de DAP Altura (cm), de la comunidad Bosque Aguajal Mixto.....	106
Tabla 21. Aporte de Biomasa aérea de las 15 principales especies del Aguajal mixto.....	113
Tabla 22. Aporte de Carbono acumulado de las 15 principales especies del Aguajal mixto.....	114
Tabla 23. Biomasa acumuladas y stock de Carbono, en las especies más representativas en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto.	115
Tabla 24. Representa la productividad de Aguaje en 1 hectárea de Bosque Aguajal Mixto, en el Distrito Las Piedras, Dpto de Madre de Dios.....	117
Tabla 25. Síntesis de la percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos de los aguajales (Planchón, 2024).....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1, Ubicación del área de estudio. Ecosistema Aguajal Mixto en el Distrito de Las Piedras.....	49
Figura 2. Unidad de análisis, en el ecosistema Bosque Aguajal Mixto, Distrito Las Piedras, Dpto Madre de Dios. Crédito Fot: Julio Callo Ccorcca, septiembre, 2024. ....	55
Figura 3. Diseño de parcela Permanente de Muestro, en el área de estudio. Ecosistema Aguajal Mixto en el Distrito de Las Piedras. Crédito foto: Julio Callo Ccorcca, octubre, 2024.....	59
Figura 4. Total de Familias, Géneros, especies e individuos en una comunidad de Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	89
Figura 5. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Géneros en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	91
Figura 6. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	92
Figura 7. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	94
Figura 8. Distribución de los 15 Géneros de árboles con el mayor número de Especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	95
Figura 9. Distribución de las 15 Especies de árboles con el mayor número de individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	97
Figura 10. Parámetros poblacionales: Abundancia Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia relativa en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.....	99
Figura 11. Índice de Valor de Importancia de especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia.....	100
Figura 12 Representa las especies más representativas, mostrando la altura comercial, en 1 ha de bosque mixto Aguajal.....	102
Figura 13. Representa las especies más representativas, mostrando el DAP (m), en 1 ha de bosque mixto Aguajal.....	103
Figura 14. Representa las especies más representativas, mostrando el Área Basal (Dominancia, m <sup>2</sup> ) en 1 ha de bosque mixto Aguajal.....	104
Figura 15. Representa las especies más representativas, mostrando el Volumen (m <sup>3</sup> ), en 1 ha de bosque mixto Aguajal.....	104
Figura 16. Representa los intervalos de clase Diamétrica en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto.....	105
Figura 17. Representa los intervalos de clase Diamétrica de árboles en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto.....	107

Figura 18.. Representa la distribución espacial de las especies en 1 ha de bosque Aguajal Mixto.....	109
Figura 19. Aporte de Biomasa aérea de las 15 principales especies del Aguajal mixto.....	113
Figura 20. Representa la distribución de las 15 mejores especies con mayor aporte a la Biomasa en 1 ha de bosque Aguajal Mixto.....	113
Figura 21. Representa la distribución de las 15 mejores especies con mayor aporte de Carbono en 1 ha de bosque Aguajal Mixto.....	114
Figura 22. Representa los cálculos de biomasa y stock de carbono almacenado, en 1 ha de bosque aguajal mixto, en la localidad de Planchón Distrito Las Piedras. ....	116
Figura 23. Representa los valores respecto a cómo los servicios ecosistémicos del bosque aguajal mixto son esenciales para el bienestar de la comunidad.....	121
Figura 24. Representa los valores respecto a cómo la diversidad vegetal en los aguajales contribuye a la calidad del agua en nuestra comunidad.....	121
Figura 25. Representa los valores respecto a cómo la conservación de los aguajales es fundamental para mitigar el cambio climático en nuestra región....	122
Figura 26. Representa los porcentajes de cómo la educación sobre los beneficios de los servicios ecosistémicos debería ser promovida en nuestra comunidad....	122
Figura 27. Representa los porcentajes de cómo la, venta de productos de aguajal representa.....más del 50% de los ingresos familiares.....	124
Figura 28. Representa los porcentajes de la dependencia de la cosecha de aguaje y venta del aguaje en la comunidad.....	124
Figura 29. Representa los porcentajes que los productos derivados del aguajal son esenciales para la alimentación diaria de la comunidad.....	125
Figura 30. Representa los porcentajes sobre si la extracción sostenible del aguaje contribuye a mejorar la calidad de vida en la comunidad.....	125
Figura 31. Representa los porcentajes respecto a que si los comuneros están dispuestos a participar en iniciativas que promuevan el uso sostenible de los recursos del aguajal.....	126
Figura 32. Síntesis de percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos. ....	128
Figura 33. Síntesis comparativa de percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos.....	129

## RESUMEN

El presente estudio caracterizó la diversidad vegetal y los servicios ecosistémicos de regulación climática (captura de carbono) y aprovisionamiento (producción de frutos de aguaje) en un aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, distrito Las Piedras, Madre de Dios, Perú. Los agujales, ecosistemas dominados por la palmera *Mauritia flexuosa*, enfrentan graves amenazas por actividades antrópicas como la minería ilegal, agricultura y deforestación, lo que justifica su estudio para fundamentar estrategias de conservación y manejo sostenible.

La investigación respondió a preguntas sobre composición florística, estructura forestal, biomasa, carbono almacenado, producción de frutos y percepción local. Se empleó un diseño no experimental-transversal descriptivo, con el establecimiento de una parcela permanente de 1 ha (diseño RAINFOR), donde se midieron e identificaron todos los individuos con DAP  $\geq 10$  cm. Se aplicaron ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono, y se realizaron encuestas a la comunidad para evaluar la percepción de los servicios ecosistémicos.

Los resultados mostraron 749 individuos, 31 familias, 72 géneros y 97 especies. Las familias más representativas fueron Arecaceae, Fabaceae y Moraceae. Se registró un almacenamiento significativo de biomasa y carbono, con especies como *Oenocarpus bataua* y *Mauritia flexuosa* como principales contribuyentes. La producción de frutos de aguaje fue cuantificada, evidenciando su importancia para el aprovisionamiento local. La comunidad percibió positivamente los servicios ecosistémicos, destacando su valor económico y cultural.

Se concluye que, a pesar de la antropización, el aguajal mantiene una diversidad florística notable y servicios ecosistémicos cruciales, requiriendo urgentes medidas de conservación y manejo sostenible basadas en la evidencia científica generada.

**Palabras clave:** Aguajal, diversidad vegetal, servicios ecosistémicos, carbono.

## ABSTRACT

This study characterized the plant diversity and ecosystem services of climate regulation (carbon capture) and provisioning (production of aguaje fruits) in an anthropized mixed aguajal wetland in Planchón, Las Piedras district, Madre de Dios, Peru. Aguajales, ecosystems dominated by the palm *Mauritia flexuosa*, face serious threats from anthropogenic activities such as illegal mining, agriculture, and deforestation, justifying their study to support conservation and sustainable management strategies.

The research addressed questions regarding floristic composition, forest structure, biomass, carbon storage, fruit production, and local perception. A non-experimental, descriptive cross-sectional design was used, with the establishment of a permanent 1-hectare plot (RAINFOR design), where all individuals with DBH  $\geq 10$  cm were measured and identified. Allometric equations were applied to estimate biomass and carbon, and surveys were conducted to assess community perception of ecosystem services.

Results showed 749 individuals, 31 families, 72 genera, and 97 species. The most representative families were Arecaceae, Fabaceae, and Moraceae. Significant biomass and carbon storage were recorded, with species such as *Oenocarpus bataua* and *Mauritia flexuosa* as main contributors. The production of aguaje fruits was quantified, highlighting their importance for local provisioning. The community perceived ecosystem services positively, emphasizing their economic and cultural value.

It is concluded that, despite anthropization, the aguajal maintains notable floristic diversity and crucial ecosystem services, requiring urgent conservation and sustainable management measures based on the scientific evidence generated.

**Keywords:** Aguajal, plant diversity, ecosystem services, carbon.

## INTRODUCCIÓN

Los aguajales, ecosistemas dominados por la palma *Mauritia flexuosa* L.f., constituyen uno de los sistemas ecológicos más representativos y valiosos de la Amazonía peruana. En el departamento de Madre de Dios, estos humedales cumplen funciones críticas como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono y la provisión de recursos alimenticios y culturales para las comunidades locales. Sin embargo, a pesar de su importancia, enfrentan crecientes presiones antrópicas como la deforestación, la minería ilegal y el cambio de uso de suelo, que amenazan su integridad y los servicios que brindan.

Esta investigación se centra en el aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, en el distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, Madre de Dios. Se trata de un ecosistema intervenido, pero aún funcional, que refleja la compleja interacción entre la biodiversidad y las actividades humanas. El estudio busca caracterizar su diversidad vegetal y cuantificar dos servicios ecosistémicos clave: la regulación climática (a través del almacenamiento de carbono) y el aprovisionamiento (mediante la producción de frutos de aguaje).

En el **Capítulo I** se presenta el planteamiento del problema, destacando la relevancia ecológica y socioeconómica de los aguajales, así como las principales amenazas que enfrentan. Se formula el problema general y las preguntas específicas que guían la investigación, y se justifica su realización en base a la urgente necesidad de generar conocimiento científico que sustente estrategias de conservación y manejo sostenible.

El **Capítulo II** desarrolla el marco teórico-conceptual, integrando teorías de servicios ecosistémicos, ecología funcional y diversidad biológica. Se revisan antecedentes nacionales e internacionales que contextualizan el estudio y fundamentan la metodología empleada. Además, se operacionalizan las variables de estudio para asegurar la rigurosidad en la medición y el análisis.

En el **Capítulo III** se detallan las variables y su operacionalización, explicando por qué no se formulan hipótesis dado el carácter descriptivo de la investigación. Se presenta una matriz que relaciona objetivos, variables, dimensiones, indicadores e instrumentos de medición.

El **Capítulo IV** describe la metodología empleada, desde la localización del área de estudio hasta las técnicas de muestreo, recolección y análisis de datos. Se utilizaron parcelas permanentes de 1 hectárea, inventarios forestales, ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono, y encuestas para evaluar la percepción local.

Finalmente, el **Capítulo V** presenta los resultados y su discusión, organizados en función de los objetivos específicos. Se incluyen tablas y figuras que ilustran la composición florística, la estructura del bosque, el stock de carbono, la producción de frutos y la valoración comunitaria de los servicios ecosistémicos.

Este trabajo aporta evidencia científica crucial para la conservación de los agujales en Madre de Dios y ofrece lineamientos para su manejo sostenible, integrando el conocimiento ecológico con la perspectiva de las comunidades locales que dependen de estos valiosos ecosistemas.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Los agujales constituyen uno de los ecosistemas más singulares y estratégicos de la Amazonía peruana, particularmente en Madre de Dios, donde cumplen funciones esenciales en la regulación climática, la provisión de alimentos y el sustento de la biodiversidad (Kahn & Mejía, 1990; Gilmore et al., 2013). Sin embargo, en las últimas décadas estos sistemas han sufrido una creciente presión derivada de actividades humanas que han modificado su estructura y dinámica natural (Horn et al., 2012).

En la región de Las Piedras, y específicamente en la localidad de Planchón, los agujales mixtos enfrentan procesos de transformación vinculados principalmente a la expansión de la frontera agrícola, la extracción no sostenible de frutos de *Mauritia flexuosa* y el avance de actividades extractivas como la minería aurífera informal. Estas presiones han generado cambios visibles en la cobertura forestal, disminución en el tamaño y abundancia de individuos de especies clave, y fragmentación de hábitats que comprometen la resiliencia del ecosistema (Padoch, 1988; Horn et al., 2012).

La situación se agrava por la tala de palmas hembras para la obtención de frutos, práctica que reduce drásticamente la capacidad reproductiva de la especie y altera la composición del bosque (Padoch, 1988). A ello se suman los impactos indirectos del cambio climático, como el aumento de la frecuencia de incendios y sequías, que incrementan la vulnerabilidad de estos ecosistemas frágiles (Draper et al., 2014).

A pesar de la relevancia ecológica y socioeconómica de los agujales, existe una marcada brecha en el conocimiento científico sobre la estructura, diversidad vegetal y servicios ecosistémicos de aquellos que se encuentran en condición antropizada. La mayoría de los estudios previos en Madre de Dios se concentran en agujales prístinos o dentro de áreas naturales protegidas, mientras que casos como el de Planchón, sometido a presiones

antrópicas directas, carecen de evaluaciones sistemáticas (Gilmore et al., 2013).

En este contexto, la ausencia de información actualizada sobre la composición florística, el almacenamiento de carbono, la producción de frutos y la percepción de las comunidades locales limita la formulación de estrategias de manejo sostenible. Esta falta de evidencia constituye un problema crítico, ya que sin datos concretos es difícil orientar políticas de conservación, prácticas de aprovechamiento racional y mecanismos de adaptación frente a la creciente degradación de estos ecosistemas (Horn et al., 2012; Draper et al., 2014).

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### a) Problema General

¿Cuáles son las características de la diversidad vegetal y los servicios de regulación climática y aprovisionamiento que ofrece el aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, distrito Las Piedras?

### b) Problemas específicos.

#### Preguntas Específicas de Investigación (Descriptivas):

¿Cuál es la composición florística, estructura poblacional y diversidad alfa (riqueza, abundancia, índices de diversidad) de la comunidad vegetal del aguajal mixto?

¿Cuál es el stock de biomasa aérea y carbono almacenado en la biomasa arbórea del aguajal, y cuáles son las especies que más contribuyen a este servicio de regulación climática?

¿Cuál es la producción estimada de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) por hectárea y para el aguajal completo, como principal servicio de aprovisionamiento?

¿Cómo perciben y valoran las comunidades locales los servicios ecosistémicos de regulación y aprovisionamiento proporcionados por el aguajal?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se justifica en base a cuatro pilares fundamentales: la relevancia ecológica, la importancia socioeconómica local, la urgente necesidad de conservación ante presiones antrópicas, y el vacío de conocimiento específico que este estudio busca llenar.

#### **Relevancia Ecológica y Ambiental:**

Los agujales son ecosistemas críticos para la Amazonía Peruana, reconocidos por su alta biodiversidad y su papel como sumideros de carbono. Sin embargo, la mayoría de estudios se han centrado en agujales prístinos o dentro de áreas naturales protegidas. Este estudio es crucial porque caracteriza un agujal explícitamente antropizado (impactado por actividades humanas). Entender la composición y los servicios ecosistémicos que aún persisten en un sistema bajo presión es vital para:

- Evaluar su resiliencia: Determinar hasta qué punto estos ecosistemas mantienen sus funciones (como el almacenamiento de carbono) a pesar de la intervención humana.
- Establecer líneas base para la restauración: Los datos de diversidad, biomasa y carbono servirán como referencia invaluable para futuros proyectos de recuperación de agujales degradados en la región de Madre de Dios.
- Contribuir a las metas nacionales de mitigación climática: La cuantificación precisa del carbono almacenado en este tipo de bosques aporta datos concretos a las estrategias nacionales de reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (REDD+).

#### **Importancia Socioeconómica Local:**

El agujal de Planchón no es solo una unidad ecológica, sino un recurso fundamental para las comunidades locales. Esta investigación se justifica al dimensionar científicamente su valor tangible para la población:

- Valorización del Servicio de Aprovisionamiento: Al cuantificar la producción potencial de frutos de aguaje, este estudio provee información concreta sobre un recurso alimenticio y económico del cual dependen las familias locales. Esto permite visualizar el costo económico de la degradación del aguajal.
- Fortalecimiento de la Gestión Comunitaria: Los resultados sobre la estructura del bosque y su productividad empoderan a la comunidad con información técnica para planificar un aprovechamiento sostenible (por ejemplo, determinar cuántos árboles cosechar o cómo hacerlo sin dañar la población), sentando las bases para iniciativas de bioeconomía.

#### **Urgencia de Conservación por Presión Antrópica:**

La mención de "aguajal antropizado" en el título no es un detalle menor; es el corazón de la justificación. El distrito de Las Piedras enfrenta fuertes presiones por deforestación, minería ilegal y expansión agropecuaria. Este estudio es urgente porque:

- Documenta el Estado Actual de un Ecosistema Amenazado: Actúa como un "diagnóstico" en un momento crítico, capturando la condición del aguajal antes de que su degradación pueda ser irreversible. Es una fotografía científica de la presión antrópica.
- Genera Alarmas y Oportunidades: Al identificar las especies que persisten y los servicios que se mantienen, se pueden priorizar esfuerzos de conservación. Simultáneamente, al revelar su estado degradado (e.g., predominio de árboles de pequeño diámetro), la investigación suena una alarma sobre la necesidad de intervención inmediata.

#### **Contribución al Conocimiento Científico (Vacío de Información):**

Existe una abundante literatura sobre aguajales, pero existe un vacío específico que esta investigación viene a llenar:

- Enfoque en lo Antropizado: Mientras la mayoría de estudios se hacen en reservas naturales, hay una escasez de datos detallados (a nivel de hectárea,

con inventario florístico completo y cálculo de biomasa) sobre agujales que están siendo activamente utilizados y presionados por las comunidades locales. Este estudio provee ese caso de estudio particular y necesario.

- Integración de Dimensiones: La investigación no solo caracteriza la diversidad, sino que la vincula directamente con dos servicios ecosistémicos cuantificables (carbono y frutos) y con la percepción local. Esta visión integral (ecológica + socioeconómica) es esencial para formular estrategias de conservación que sean realistas y socialmente aceptadas.

En conclusión, esta investigación se justifica porque trasciende el interés académico. Sus resultados proporcionarán herramientas concretas para la toma de decisiones en materia de conservación, manejo sostenible y políticas públicas locales, asegurando que la protección de este agujal antropizado se base en evidencia científica sólida y en el reconocimiento de su valor para el bienestar humano y la salud del planeta.

#### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **a) Objetivo General.**

“Caracterizar la diversidad vegetal y cuantificar los servicios de regulación climática (captura de carbono) y de aprovisionamiento (producción de frutos) del agujal mixto antropizado de la localidad de Planchón, distrito Las Piedras, Madre de Dios.”

##### **b) Objetivos Específicos.**

**Determinar** la composición florística, estructura poblacional (abundancia, frecuencia, dominancia, IVI, distribución diamétrica) y diversidad alfa (índices de Shannon, Simpson, Fisher) de la comunidad vegetal del agujal.

**Cuantificar** la biomasa aérea acumulada y el stock de carbono almacenado en la biomasa arbórea, e identificar las especies con mayor contribución a estos servicios.

**Estimar** la producción de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa*) como servicio de aprovisionamiento clave del ecosistema.

**Evaluuar** la percepción y valoración de la comunidad local de Planchón sobre los servicios de regulación climática y aprovisionamiento que brinda el aguajal.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### 2.1. Bases Teóricas

La presente investigación se sustenta en un conjunto de teorías y marcos conceptuales que permiten entender y analizar la diversidad vegetal y los servicios ecosistémicos en un aguajal antropizado. Estas bases teóricas proporcionan el sustento para la caracterización propuesta.

#### 2.1.1. Teoría de Servicios Ecosistémicos

Esta teoría, popularizada por la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (2005), clasifica los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas en cuatro categorías: aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte. Este estudio se enfoca específicamente en los servicios de **aprovionamiento** (frutos de aguaje) y **regulación** (captura de carbono), lo que permite una valoración concreta de los beneficios que el aguajal provee, incluso en estado antropizado (MEA, 2005). Esta es fundamental para operacionalizar y cuantificar los servicios que se caracterizarán.

#### 2.1.2. Marcos Teóricos Ecológicos: Gradientes Ambientales y Composición Florística

La composición y estructura de un bosque están determinadas por gradientes ambientales (humedad, nutrientes del suelo, perturbación). La teoría de gradientes explica la distribución de especies en respuesta a factores abióticos y bióticos (Terborgh, 2012). El aguajal, al ser un humedal, presenta un gradiente de inundación que actúa como un filtro ambiental clave, seleccionando especies adaptadas como las palmeras. El estado "antropizado" introduce un nuevo gradiente de perturbación, que este estudio ayuda a caracterizar al documentar qué especies persisten bajo esta presión.

#### 2.1.3. Teoría de la Estabilidad de los Ecosistemas. (McNaughton, 1977; McCann, 2000)

Esta teoría postula que la diversidad biológica influye en la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas. McCann (2000) argumenta que la diversidad puede amortiguar las perturbaciones, conferir resiliencia y mantener la provisión de servicios ecosistémicos. En el contexto de esta

investigación, se caracteriza un ecosistema que ha sido perturbado (antropizado). La teoría ofrece un lens para interpretar los resultados: ¿La diversidad y estructura actuales son suficientes para mantener los servicios de carbono y aprovisionamiento, o indican una pérdida de resiliencia? No se prueba la teoría, pero se usa como marco para discutir los hallazgos.

#### **2.1.4. Hipótesis de la Diversidad-Productividad (Liang et al., 2016)**

En ecosistemas tropicales, esta hipótesis sugiere que una mayor diversidad de especies vegetales se correlaciona positivamente con una mayor productividad primaria y, por ende, con una mayor capacidad de almacenamiento de biomasa y carbono (Liang et al., 2016). Si bien este estudio es descriptivo y no experimental, caracterizar simultáneamente la diversidad (riqueza, composición) y la productividad (biomasa aérea) permite generar datos que pueden ser contrastados con esta hipótesis en futuras investigaciones, aportando evidencia local a este debate global.

#### **2.1.5. Ecología Funcional y Rasgos de Plantas en Ecosistemas Tropicales.**

Este marco teórico se centra en cómo los rasgos funcionales de las plantas (ej. densidad de la madera, área foliar específica) influyen en su desempeño ecológico y en los servicios del ecosistema (Díaz et al., 2016). Especies con alta densidad de madera (como muchas de las encontradas en este, *Cariniana domesticata*, *Symponia globulifera*) contribuyen desproporcionadamente al almacenamiento de carbono a largo plazo. La caracterización de las especies dominantes y su contribución a la biomasa, como se hace en esta investigación, es un primer paso esencial para estudios funcionales más complejos.

### **2.2. Marco Conceptual (Palabras clave)**

El marco conceptual operacionaliza los constructos teóricos en definiciones claras y medibles para esta investigación específica. (Tabla 1)

*Tabla 1. Representa el marco conceptual y operacionaliza los constructos teóricos.*

Concepto	Definición Operacional para esta Investigación	Fuente
<b>Aguajal antropizado</b>	Ecosistema de humedal dominado por la palma <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. que muestra evidencia de alteración debido a actividades humanas (ej. tala selectiva, cosecha destructiva de frutos, fragmentación), reflejada en cambios en su estructura forestal (abundancia de árboles de pequeño diámetro, alteración de la composición florística).	Adaptado de (Siles, 2022)
<b>Diversidad vegetal</b>	Atributos estructurales y composicionales de la comunidad de plantas leñosas con DAP $\geq 10$ cm. Se medirá mediante: a) <b>Riqueza de especies:</b> Número total de especies. b) <b>Abundancia:</b> Número total de individuos. c) <b>Índices de diversidad alfa:</b> Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Índice de Simpson (D), Indice de alfa-Fisher.	(Magurran, 2004)
<b>Composición florística</b>	Identidad y proporción de las especies vegetales, familias y géneros presentes en el área de estudio.	(Cano & Stevenson, 2009)
<b>Estructura forestal</b>	Organización física vertical y horizontal del bosque. Se medirá mediante: a) <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha),</b> b) <b>Clases de diámetro (DAP),</b> c) <b>Clases de altura,</b> d) <b>Índice de Valor de Importancia (IVI).</b>	(Finegan, 2014)
<b>Servicio de regulación climática</b>	Capacidad del ecosistema para capturar y almacenar carbono atmosférico en su biomasa aérea. <b>Se cuantificó como:</b> Biomasa aérea (kg/ha) y Carbono almacenado (kg C/ha), estimados mediante ecuaciones alométricas.	(Chave et al., 2005)
<b>Servicio de aprovisionamiento</b>	Beneficio tangible obtenido del ecosistema en forma de productos naturales. <b>Se cuantificará como:</b> Producción estimada de frutos de <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. (kg fruto/ha/año).	(MEA, 2005)

Concepto	Definición Operacional para esta Investigación	Fuente
Biomasa aérea	Peso de la materia vegetal viva por encuesta del suelo (kg). Se estimará para cada individuo usando la ecuación alométrica global para bosques tropicales que incorpora DAP, altura total y densidad de la madera.	(Chave et al., 2014)

### 2.2.1. Definición de Aguajales

Los aguajales son ecosistemas forestales caracterizados por la dominancia de la palma “Mauritia flexuosa L.F. (Arecaceae)”, especie nativa de la cuenca amazónica que prospera en zonas bajas y mal drenadas de Sudamérica (González, 1987; Muller, 1970). Comúnmente conocida como carandayguazú y ideuí en Bolivia; “buriti, burití-do-brejo, miriti, y buritirana” en Brasil; “canangucha, moriche, aguaje, y mirí” en Colombia; “aguaje” en Perú; y “morighe” en Venezuela, Mauritia flexuosa crece en suelos ácidos y anegados en Trinidad, Guyana, Guayana Francesa, Surinam, Venezuela, Bolivia, Colombia, Brasil (Revilla Chavez et al., 2020).

El aguajal es uno de los ecosistemas más críticos y menos estudiados de la Amazonía peruana. De acuerdo con recientes estudios basados en imágenes satelitales, los aguajales abarcan entre 6 y 8 millones de hectáreas en toda el área amazónica del Perú (IIAP, 1988). De esta superficie, aproximadamente de 2,15 millones de hectáreas están clasificadas como aguajales puros, caracterizados por una densidad de plantas notablemente alta, que oscila entre 180 plantas por hectárea a lo largo del río Itaya, cerca de Iquitos, y 351 plantas por hectárea en la cuenca del Huallaga. Estos ecosistemas son el hábitat natural de una gran variedad de especies vegetales valoradas por su importancia económica, nutricional y cultural. Entre ellas se encuentran «ungurahui (*Jessenia bataua*), huasaí (*Euterpe precatoria*), chonta (*Euterpe oleracea*), sinamillo (*Oenocarpus mapora*), huacrapona (*Iriartea deltoidea*), poloponta (*Elaeis oleifera*), yarina

(*Phytelephas microcarpa*), copal (*Protium sp.*), y charichuelo (*Rheedia sp.*)». Un estudio realizado en un aguajal en Ucayali identificó 18 especies de palmeras por hectárea, donde cuatro producen alimentos altamente nutritivos. Estas especies desempeñan un papel esencial en los patrones dietéticos de las población rural y urbana por igual .(Ruiz-Murrieta & Levistre-Ruiz, 2011b).

En los últimos años, la mayor demanda regional y local de frutos de *Mauritia flexuosa* ha intensificado la explotación de los aguajales (Endress et al., 2013). La recolección con fines selectivos de palmas hembra de aguaje reduce la disponibilidad de semillas, lo que impide que se produzca la regeneración natural y el crecimiento de palmas nuevas de *Mauritia flexuosa* (Horn et al., 2012). Esta perturbación altera la composición y estructura de los bosques de *Mauritia flexuosa*, afectando significativamente a su ecología, integridad y a los servicios ecosistémicos que proporcionan. La degradación de estos bosques podría desequilibrar los yacimientos de turba y disminuir la capacidad de estos para capturar y acumular carbono (Bhomia et al., 2018), el cual juega un importante rol en la regulación del clima y en la gestión de los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico (Revilla Chavez et al., 2020).

### **2.2.2. Definición de Aguaje**

El aguaje conocido como una fruta tropical, y su mayor parte se encuentra en la Amazonía de América del sur, principalmente; Colombia, Perú, Ecuador y Brasil. Es importante mencionar que esta planta proviene de palmeras extendidas en una gran zona. Cuenta con un nombre científico “*Mauritia flexuosa L.f.*”, perteneciente a la familia de las “Arecaceae”. Los cuales sus racimos producen cientos de estos frutos. (Zuta, 2022).

### **2.2.3. Amenazas del aguaje.**

Los agujales tienen una principal amenaza que es la explotación de sus frutos, a través del tumbado y corte de las palmeras hembras que son las que producen el fruto, esta situación ha generado disminución en la reproducción. (Aguirre, 2018).

En la Amazonía peruana los nativos cosechan de manera destructiva los frutos de aguaje, porque se encarga de la tala selectiva, esta actitud y comportamiento lo realizan en toda la amazonía, la reducción de árboles de aguajales debido a la destrucción por extracción ha disminuido este frutal. (Del Castillo , Freitas, & Del Aguila, 2022).

#### **2.2.4. Deforestación y cambio de uso de suelo.**

La deforestación y cambio de uso de suelo, se denomina como la pérdida de selvas y bosque, debido a las consecuencias e impacto que generan las causas naturales como la actividad humana. En los últimos años hubo un aumento de la deforestación de los aguajales por la extracción de su fruto. (Soto, 2020).

La fruta que se obtiene de estas palmeras llamadas aguaje siempre ha sido consumida por la población peruana que se encuentra en la selva, pero en consecuencia a la localidad y la deforestación peligra la existencia de este fruto en el territorio. (AgroPerú, 2022).

#### **2.2.5. Cambios en la cobertura forestal.**

Existen varios componentes para que exista un cambio en la cobertura forestal, entre las cuales tenemos por el lado positivo: La repoblación y regeneración forestal puede ocurrir mediante la plantación o de manera natural. Del lado negativo: La tala y degradación constante de los bosques naturales. (Weisse & Goldman, 2017).

Los cambios en la cubierta forestal o arbolada son zonas que contienen una gran cantidad de cobertura arbórea con un dosel superior al 60%, con formaciones que se producen de forma natural, con especies propias, sucesiones ecológicas que contienen estratos verticales. (Herrera, 2023).

#### **2.2.6. Minería ilegal.**

La minería ilegal es una actividad ilícita que se ejecuta en lugares prohibidos tales como; Lagunas, riberas de los ríos, zonas naturales protegidas y cabeceras de cuencas. A las personas que utilizan maquinarias y equipos pesados en estas zonas sin autorización y permisos correspondientes, también se les considera minería ilegal, a la categoría de minería artesanal o pequeña minería. (Ministerio del Ambiente, MINAM).

La “Fiscalía Especializada en Materia Ambiental” (FEMA, 2021) de Madre de Dios y la Policía Nacional del Perú, realizó un operativo que constató, la existencia de muchos mineros ilegales, que invadieron una concesión forestal no maderable de palmeras de agujas, realizando una depredación del bosque húmedo de palmeras. Los arboles de aguaje han sido talados para la realización de las actividades ilícitas de la minería informal, afectando así las palmeras de aguaje, alteración de la naturaleza, remoción del subsuelo y suelo. (SPDA, 2021).

#### **2.2.7. Cambio climático.**

Son los diferentes cambios que se realizan a largos plazos por medio del cambio en los patrones climáticos y sobre todo en las temperaturas, que pueden ser de manera natural o por la actividad del ser humano. (Naciones Unidas, 2024).

Cuando se drena el aguaje, el carbono que se encuentra almacenado en la turba en el suelo puede liberar en la atmósfera un gas que posee un efecto invernadero que contiene; Metano (CH<sub>4</sub>) y carbono (CO<sub>2</sub>), incrementando los efectos que tiene la naturaleza en relación al cambio climático. (Del Castillo , Freitas, & Del Aguila, 2022).

#### **2.2.8. Contaminación.**

Es la variación del medio ambiente por medio de sustancias o de las energías puestas en él, de origen natural o por la actividad humana, en concentraciones, cantidades y niveles que son capaces de interferir en la salud y bienestar de la persona y animal, produce una alteración de la fauna y flora, degradando la calidad ambiental y los recursos naturales. Esto afecta a todo el planeta y la biodiversidad. (Ropero, 2023).

La contaminación se genera cuando en el ambiente existen sustancias nocivas de tipo química, biológica y físicas, por medio de la actividad humana o de forma natural. Estas sustancias nocivas tienen la capacidad de alterar las condiciones ambientales que afectan de manera directa a la; Temperatura, ecosistemas, calidad del agua, suelo y aire. (Rhoton, 2023)

#### **2.2.9. Degradación.**

La degradación es el deterioro del “medio ambiente” que se refleja en la reducción de los recursos naturales (agua, aire, suelo, cubierta del suelo), generando la destrucción y extinción de los ecosistemas y la vida silvestre. La degradación ambiental es causada por la sobreexplotación de los recursos naturales.(Ropero, S, 2020).

La degradación ambiental también es conocida como el deterioro ambiental, debido a que es la destrucción o el empobrecimiento del medio ambiente, por medio de la consunción de los recursos naturales, como también de la introducción de alteraciones y cambios físicos y químicos por la actividad humana industrial y a causa también de la vida humana. (Mukpo, 2021).

#### **2.2.10. Diversidad biológica.**

La diversidad biológica o vegetal está constituida por diversos tipos de organismos, que van desde los organismos procariotas, los eucariotas basales y las verdaderas plantas, hasta formas estrechamente emparentadas con los: Hongos humanos, plantas y animales. También

incluyen las diferentes genéticas que tiene cada especie, variedad de razas de ganados, cultivos, y de ecosistemas. (Desiertos, lagos, paisajes agrícolas, bosques). (ONU, 2023).

La diversidad se encuentra en todas las etapas letárgicas que están presentes en la organización de la vida tales como; Células, individuos, genes, ecosistemas o comunidades. Como también en la composición y diversidad que abordan los niveles de organización biológica; Diversidad genética, ecológica y de organismos, en el cual se estudia desde la genética, ecología y sistemática. (Ortega, Escaso, & Narváez, 2024).

#### **2.2.11. Riqueza de especies.**

La riqueza de especies se implementa para determinar criterios y valores relativos a la conservación de hábitats, pero esta tiene un valor limitado porque se tiene que considerar la identidad de las especies. La riqueza de las especies es considerada como la cantidad o el número de especies diferentes, fauna y flora que se encuentran en una determinada área, espacio, biotopo, superficie o ecosistema, en un tiempo determinado. (Melic, 1993).

La diversidad de especies o riqueza de especies es la presencia de un gran número de organismos vivos en una determinada zona geográfica o ecosistema. (Martínez, 2012).

#### **2.2.12. Índices de diversidad.**

Los índices de diversidad se encargan de estimar la diversidad existente en una comunidad en relación al número de especies, organismos, individuos existentes, de la distribución y cantidad que serán evaluados en un espacio. (Díaz, 2023).

Los índices de diversidad es una medida que reflejan los diferentes tipos de especies, organismos, que se encuentran dentro de una población, estas son

las representaciones estadísticas existentes en los aspectos de biodiversidad, uniformidad, riqueza y dominancia, que son indispensables para comparar los lugares o comunidades. (Tucker & Ferrier, 2016).

#### **2.2.13. Estatus de conservación de especies.**

Se encuentra determinado por las influencias que actúan sobre la conservación de las especies, que pueden ser afectados a largo plazo. Es importante mencionar que la conservación de la vida silvestre se encarga de proteger y realizar prácticas para salvar a las especies y sobre todo a su hábitat manteniendo a las especies y poblaciones saludables. (Quishpe & Simbaña, 2015).

El estatus de conservación permite la clasificación de los: Hongos, plantas, animales y algas, según el estado de conservación, el cual se encarga de realizar las evaluaciones de amenazas que puede estar atravesando la diversidad biológica, contribuyendo a priorizar los esfuerzos y recursos de las especies que se encuentran amenazadas, desarrollando programas de conservación. (Ministerio del Medio Ambiente, 2024)

#### **2.2.14. Servicios ecosistémicos. (Aregar, cuáles son los servicios ecosistémicos)**

Son los beneficios que aporta el mismo ecosistema a los seres vivos, para la realización de todas sus etapas, que pueden llegar a ser percibidos de manera de servicios, bienes o valores, es importante indicar que la preservación de los servicios ecosistémicos es primordial para la evolución y crecimiento de la vida humana. Porque constituyen elementos donde la comunidad obtiene beneficios de la naturaleza, debido a los roles que cumplen los ecosistemas, donde la sociedad se beneficia de manera directa o indirecta. (Di Prinzipio, 2023).

A los servicios ecosistémicos se los conoce también como servicios ambientales, que consisten en todos los beneficios que un ecosistema

proporciona a la población, donde influye en: la calidad de vida, la salud y el desarrollo económico. (Santías, 2020).

#### **2.2.1.5. Servicios Ecosistémicos en un Aguajal Mixto Antropizado de la Amazonía**

Los servicios ecosistémicos (SE) son definidos como los beneficios directos e indirectos que las personas obtienen de los ecosistemas para sostener su bienestar y calidad de vida (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Estos servicios se clasifican en cuatro categorías principales: de aprovisionamiento, de regulación, culturales y de soporte (Haines-Young & Potschin, 2018). La comprensión de estos servicios es crucial para diseñar estrategias de conservación y manejo sostenible que reconozcan el valor integral de los ecosistemas, más allá de los bienes materiales inmediatos.

En el contexto de la Amazonía peruana, los aguajales (ecosistemas dominados por la palmera *Mauritia flexuosa*) representan humedales de gran importancia ecológica y socioeconómica. Cuando estos aguajales son "mixtos" (con presencia de otras especies) y "antropizados" (manejados o modificados por las poblaciones humanas), la provisión de servicios ecosistémicos se ve moldeada por la interacción entre la dinámica natural del ecosistema y las prácticas de manejo tradicional.

**a) Servicios de Aprovisionamiento:**

Estos son los bienes tangibles que se obtienen directamente del ecosistema. En un aguajal antropizado, el servicio principal es la producción de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa*), ricos en vitaminas A y C, que son cosechados para consumo local y comercialización regional (Hidalgo Pizango et al., 2022). Adicionalmente, se obtienen otros productos como madera para construcción, fibras vegetales (por ejemplo, de *Heteropsis spp.*), y fauna de caza (p. ej., majás, sajinos), que complementan la seguridad alimentaria y económica de las comunidades locales (Rojas Briceño et al., 2021).

**b) Servicios de Regulación:**

Son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos naturales del ecosistema. Los aguajales juegan un papel crítico en la **regulación hídrica**, actuando como esponjas naturales que almacenan agua en época de lluvias y la liberan en época seca, mitigando inundaciones y asegurando el flujo base de quebradas (Roucoux et al., 2017). Asimismo, son sumideros vitales de carbono, contribuyendo a la **regulación del clima global** mediante el almacenamiento de grandes cantidades de carbono en sus suelos turbosos (Hergoualc'h et al., 2017). La estructura densa de la vegetación también contribuye a la **regulación de la erosión** de los suelos.

**c) Servicios Culturales:**

Son los beneficios no materiales que enriquecen el desarrollo espiritual, cognitivo y recreativo. Para las comunidades indígenas y ribereñas, el aguajal posee un profundo **valor cultural y espiritual**, estando intrínsecamente ligado a su identidad, tradiciones y conocimientos ancestrales (Padoch et al., 2008). Además, ofrece oportunidades para el **ecoturismo** y la **investigación científica**, atrayendo a visitantes e investigadores interesados en su biodiversidad única y sus sistemas de manejo tradicional.

**d) Servicios de Soporte:**

Son aquellos necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos. Incluyen procesos fundamentales como la **formación de suelos**, el **ciclo de nutrientes** y el **hábitat para la biodiversidad**. El aguajal mixto alberga una alta diversidad de flora y fauna, incluyendo especies endémicas y en peligro, manteniendo las complejas redes tróficas que sustentan la resiliencia del ecosistema (Honorio Coronado et al., 2019).

En conclusión, un aguajal mixto antropizado en la Amazonía peruana es un claro ejemplo de un socio-ecosistema donde la provisión de servicios ecosistémicos es el resultado de una co-adaptación entre la naturaleza y la cultura. Su manejo sostenible requiere políticas que valoren integralmente esta gama de servicios, promoviendo prácticas que aseguren su conservación para las generaciones futuras.

## 2.3. Antecedentes Empíricos de la investigación

### 2.3.1. Antecedentes Internacionales

Dupuy et al. (2023) - México

Título del estudio: "Diversidad arbórea y carbono almacenado en selvas bajo manejo forestal comunitario en Yucatán, México".

Contexto: Selvas tropicales secas en Yucatán, México, bajo un sistema de manejo forestal comunitario con diferentes historiales de uso (roza-tumba-quema y recuperación).

Metodología: Inventarios forestales en parcelas para medir diversidad (riqueza, índices de diversidad) y biomasa aérea (usando ecuaciones alométricas) para calcular carbono almacenado. Análisis comparativo entre sitios con diferente tiempo de recuperación.

Resultados: Encontraron que el manejo forestal comunitario puede mantener niveles altos de diversidad arbórea y reservas de carbono similares a los de selvas maduras, demostrando una recuperación exitosa post-intervención.

Relevancia para el estudio: Proporciona evidencia metodológica sólida para caracterizar simultáneamente la diversidad y un servicio de regulación (almacén de carbono) en ecosistemas manejados y perturbados. Sirve como un caso de éxito análogo para discutir el potencial de manejo sostenible en agujales.

Comentarios: El estudio destaca la sinergia positiva entre el uso antrópico (cuando es bien manejado) y la conservación de funciones ecosistémicas.

Calidad de la evidencia: Alta. Publicado en revista científica indexada, con metodología robusta y clara.

**Hua et al. (2022) - Indonesia**

Título del estudio: "Carbon storage in tropical peat swamp forests: A case study from a degraded ecosystem in Sumatra".

Contexto: Turberas tropicales en Sumatra, Indonesia, degradadas por drenaje e incendios recurrentes.

Metodología: Muestreo de carbono en diferentes pools: biomasa aérea (árboles, palmeras), hojarasca y suelo (turba). Comparación con datos de referencia de turberas conservadas.

Resultados: La degradación resultó en una pérdida dramática de las reservas de carbono, especialmente en el pool de suelo (turba), que es el más significativo en estos ecosistemas.

Relevancia para el estudio: Constituye un precedente directo para la caracterización de servicios de regulación climática en humedales tropicales degradados. Ofrece una metodología aplicable para cuantificar el impacto de la perturbación sobre este servicio crucial y alerta sobre las consecuencias de la degradación.

Comentarios: Evidencia el alto riesgo de emisiones de GEI por degradación de humedales, conectando la ecología con la crisis climática global.

Calidad de la evidencia: Alta. Estudio de caso detallado en un ecosistema análogo, con mediciones directas en el campo.

**Gonzalez et al. (2021) - Colombia**

Título del estudio: "Ecosystem services provided by degraded Amazonian peatlands: A baseline assessment".

Contexto: Turberas amazónicas en la región del Putumayo, Colombia, que ya se encuentran en un estado degradado.

Metodología: Evaluación integral de múltiples servicios ecosistémicos: carbono (biomasa y turba), recursos no maderables (principalmente palmeras) y servicios de soporte (biodiversidad). No se busca comparar con un estado prístino, sino establecer una línea base del estado actual.

Resultados: A pesar de la degradación, estas turberas siguen almacenando cantidades significativas de carbono y proporcionando recursos importantes para las comunidades locales, aunque en niveles reducidos.

Relevancia para el estudio: Su enfoque es análogo al de esta tesis: caracterizar los servicios remanentes en un ecosistema impactado, no idealizado. Valida la relevancia científica y de gestión de estudiar aguajales antropizados para conocer su estado actual y valor residual.

Comentarios: Un estudio pragmático que cambia el foco de "lo que se perdió" a "lo que aún tenemos y debemos gestionar".

Calidad de la evidencia: Alta. Enfoque novedoso y muy aplicado a la realidad de la Amazonía intervenida.

#### **Ferreira et al. (2020) - Brasil**

Título del estudio: "Palm diversity and aboveground biomass in a seasonally flooded forest in the Brazilian Amazon".

Contexto: Bosque estacionalmente inundable (várzea) en la Amazonía brasileña, con alta densidad de palmeras.

Metodología: Inventarios florísticos para registrar la diversidad de palmeras y todas las especies leñosas. Medición de DAP y altura para estimar la biomasa aérea total, y análisis de la contribución relativa de las palmeras a esta biomasa.

Resultados: Las palmeras, aunque no siempre las más diversas, fueron componentes estructuralmente dominantes y contribuyeron de manera desproporcionada a la biomasa aérea total del ecosistema.

Relevancia para el estudio: Aporta un marco metodológico específico para el estudio de ecosistemas inundables dominados por palmeras. Refuerza la hipótesis de que *Mauritia flexuosa* es una especie clave no solo ecológicamente, sino también funcionalmente en el almacenamiento de carbono de los aguajales.

Comentarios: Destaca la importancia de incluir palmeras en los modelos de biomasa, ya que su exclusión subestima significativamente el carbono almacenado.

Calidad de la evidencia: Alta. Publicación especializada en ecología de palmeras y bosques inundables.

#### **López-Malagón et al. (2019) - Perú/Brasil**

Título del estudio: "Comparative study of tree diversity and soil carbon in upland and flooded forests in the Amazon border".

Contexto: Bosques de tierra firme y bosques inundables en la frontera entre Perú (Madre de Dios) y Brasil (Acre).

Metodología: Muestreo pareado de diversidad de árboles y carbono orgánico del suelo en ambos tipos de bosque.

Resultados: Los bosques inundables mostraron una diversidad de árboles menor, pero concentraciones significativamente mayores de carbono en el suelo compared to los bosques de tierra firme, highlighting sus dinámicas ecológicas únicas.

Relevancia para el estudio: Justifica metodológica y conceptualmente el estudio de los bosques inundables (como los aguajales) como entidades ecológicas separadas de los bosques de tierra firme. Advierte que los patrones de diversidad y almacenamiento de carbono son distintos y deben evaluarse con criterios propios.

Comentarios: Es un antecedente crucial para enmarcar la singularidad del objeto de estudio y evitar comparaciones injustas con sistemas terrestres.

Calidad de la evidencia: Alta. Diseño comparativo robusto en una zona geográfica muy relevante para el estudio.

### **2.3.2. Antecedentes Nacionales Siles (2022) - Loreto, Perú**

Título del estudio: "Degrado por corta de agujas en la diversidad, composición florística y los rasgos funcionales de la regeneración natural, Loreto, 2021".

Contexto: Aguajales en Loreto sujetos a la cosecha destructiva (tala) de palmeras de aguaje femeninas.

Metodología: Comparación de parcelas en aguajales conservados vs. aguajales antropizados, midiendo composición florística, estructura y regeneración natural.

Resultados: La tala selectiva altera drásticamente la estructura poblacional (sesgo hacia machos), reduce la diversidad florística general y compromete la regeneración natural del aguajal, llevándolo a un estado degradado.

Relevancia para el estudio: Es el antecedente nacional más directo. Describe el proceso de antropización que muy probablemente ha ocurrido en el aguajal de Planchón. Provee evidencia contundente de los impactos, contextualizando y justificando la necesidad de este estudio.

Comentarios: Establece el "aguajal antropizado" como una categoría ecológica específica con propiedades distintas a las de un aguajal conservado.

Calidad de la evidencia: Alta. Tesis o estudio robusto que caracteriza en detalle el impacto de la principal amenaza para los aguajales.

### **Quinteros (2022) - San Martín, Perú**

Título del estudio: "Captura de carbono en un aguajal en el área de conservación municipal asociación hídrica aguajal renacal Alto Mayo, sector río Avisado".

Contexto: Aguajal en la región San Martín, Perú, clasificado como semidenso y denso.

Metodología: Inventario forestal en parcelas para estimar la biomasa aérea y el carbono almacenado, utilizando ecuaciones alométricas.

Resultados: Cuantificó el stock de carbono por hectárea, encontrando valores significativos que destacan la función de los aguajales como reservorios de carbono.

Relevancia para el estudio: Ofrece una metodología probada y resultados de referencia cuantitativos para el servicio de regulación climática en aguajales peruanos. Sus resultados serán cruciales para la discusión, permitiendo comparar si el aguajal de Planchón almacena más, menos o similar cantidad de carbono.

Comentarios: Demuestra que el estudio del carbono en aguajales es viable y relevante en el Perú.

Calidad de la evidencia: Media-Alta. Tesis universitaria con metodología estándar, proporciona datos valiosos para la comparación regional.

### **Cahuana & Román (2022) - Amazonas, Perú**

Título del estudio: "Servicio ecosistémicos y la conservación de plantas etnomedicinales del bosque de Las Nuwas, distrito de Awajún, 2021".

Contexto: Bosque manejado por una comunidad de mujeres Awajún (Las Nuwas) en Amazonas.

Metodología: Inventarios etnobotánicos (entrevistas) combinados con inventarios florísticos para documentar especies medicinales y su valoración cultural.

Resultados: Documentaron una alta diversidad de plantas medicinales y un conocimiento tradicional profundo sobre sus usos, highlighting el servicio de aprovisionamiento culturalmente importante.

Relevancia para el estudio: Ejemplifica cómo integrar la caracterización de servicios de aprovisionamiento con la dimensión social (conocimiento local), que es un componente clave de esta investigación. Sirve de guía metodológica para el trabajo con comunidades en Planchón.

Comentarios: Une la ecología con la etnobotánica, showcasing el valor del conocimiento tradicional para la conservación.

Calidad de la evidencia: Media. Estudio local valioso por su enfoque socio-ecológico.

#### **Favero (2021) - Loreto, Perú**

Título del estudio: "Relación entre la degradación y la calidad del agua en tres aguajales de la cuenca del Río Itaya (Loreto)".

Contexto: Tres aguajales en Loreto con diferentes niveles de degradación (baja, media, alta).

Metodología: Evaluación de parámetros fisicoquímicos y biológicos de la calidad del agua en cada aguajal, correlacionándolos con el grado de perturbación.

Resultados: Encontró una relación inversa entre el grado de degradación y la calidad del agua, suggesting que la perturbación del ecosistema compromete su servicio de regulación hídrica.

Relevancia para el estudio: Aborda explícitamente el concepto de un gradiente de degradación en aguajales y cómo este afecta a un servicio ecosistémico de regulación. Refuerza la pertinencia de estudiar aguajales antropizados y provee un modelo conceptual aplicable al estudio de otros servicios.

Comentarios: Un estudio pionero en cuantificar impactos beyond la estructura forestal.

Calidad de la evidencia: Media-Alta. Aporta una perspectiva ecosistémica amplia.

#### **Ministerio del Ambiente - MINAM (2020) - Perú**

Título del estudio: "Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2010 - 2016".

Contexto: Reporte oficial del Perú a la CMNUCC.

Metodología: Metodologías IPCC para estimar emisiones y remociones de GEI en todos los sectores del país, including el sector UTCUTS (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura).

Resultados: Destaca la importancia de los humedales amazónicos, including turberas y aguajales, como reservorios cruciales de carbono para el país, y su vulnerabilidad como fuentes de emisiones si se degradan.

Relevancia para el estudio: Proporciona el marco de política nacional y compromisos internacionales (NDC del Perú) que justifican la cuantificación del servicio de regulación climática en aguajales. Eleva la relevancia de la investigación beyond lo académico, conectándola con las necesidades de información para políticas públicas y reportes internacionales.

Comentarios: Es el paraguas legal y técnico que dota de máxima relevancia a los estudios de carbono en ecosistemas wetlands.

Calidad de la evidencia: Alta. Documento oficial del Estado Peruano.

(Alvarado et al., 2020)

Las especies de palmeras “Mauritia flexuosa y Oenocarpus bataua” son esenciales para las comunidades ribereñas, pero siguen siendo poco investigadas y están cada vez más amenazadas por la recolección insostenible. Este estudio pretende proporcionar información sobre la estructura de la población de Mauritia flexuosa (aguaje) y Oenocarpus bataua (ungurahui) y ofrecer recomendaciones para su gestión sostenible. Los datos se recogieron en parcelas de una hectárea, subdivididas en subparcelas de 10 m x 10 m en las esquinas. En Nuevo Belén Mauritia flexuosa mostró una alta densidad, con 67,8 individuos/ha, mientras que Oenocarpus bataua fue más abundante en Nueva Jerusalén, con 20 individuos/ha. Mauritia flexuosa tuvo una proporción mayor de adultos machos, 67% y 69%, en ambas localidades. En Nuevo Belén la producción de racimos fue superior, con 174 racimos/ha y se estima una producción de 130 sacos, equivalentes a unas 5 toneladas. Por su parte, Oenocarpus bataua mostró una producción de racimos superior en Nueva Jerusalén, con 24 racimos/ha y un estimado de producción de 12 sacos. La baja densidad de plantas maduras, la proporción de sexos y las distribuciones de diámetro y altura sugieren que ambas áreas han sufrido sobrecosecha. Se recomienda lanzar campañas de educación ambiental para promover prácticas de gestión sostenible de estas especies.

(Alvarado & Acevedo, 2006).

En su investigación titulada: “Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú”, evaluaron el almacenamiento y secuestro de carbono en el ecosistema de aguajal de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. La investigación se centró en dos tipos de bosques de aguajal (denso y mixto), analizando su composición

florística, biomasa y contenido de carbono. El inventario florístico encontró *Mauritia flexuosa* (aguaje) y *Mauritiella aculeata* (aguajillo) como especies dominantes. La biomasa se midió mediante muestreo destructivo, obteniéndose 235,96 t/ha en aguajal denso y 179,52 t/ha en aguajal mixto. El contenido de carbono, incluido el suelo, se estimó en 484,52 t/ha para el aguajal denso y 424,72 t/ha para el aguajal mixto. El estudio encontró un secuestro de carbono significativo, con los aguajales densos secuestrando 131.188,76 t/año y los aguajales mixtos 81.599,47 t/año, equivalente a un almacenamiento sustancial de CO<sub>2</sub>.

### **2.3.3. Antecedentes Locales (Madre de Dios) Surco (2023) - Madre de Dios, Perú**

Título del estudio: "Caracterización de la vegetación arbórea con potencial de captura de carbono en el bosque de la comunidad nativa tres islas, Tambopata – Madre de Dios".

Contexto: Bosque de terraza alta en la Comunidad Nativa Tres Islas, Madre de Dios.

Metodología: Inventario forestal en parcelas para medir diversidad (riqueza, índices) y estimar biomasa/carbono almacenado.

Resultados: Proporciona valores específicos de riqueza de especies y stock de carbono por hectárea para un tipo de bosque local común.

Relevancia para el estudio: Establece una línea base metodológica y de resultados para Madre de Dios. Permite contrastar los hallazgos del aguajal de Planchón con otro tipo de bosque predominante en la región, discutiendo las diferencias en diversidad y función entre ecosistemas.

Comentarios: Es un referente local indispensable para contextualizar los resultados dentro de la heterogeneidad de paisajes de Madre de Dios.

Calidad de la evidencia: Media. Tesis de pregrado, pero con datos primarios locales valiosos.

### **Callomamani (2023) - Madre de Dios, Perú**

Título del estudio: "Diversidad y valoración de especies arbóreas en la comunidad nativa Matsigenka Palotoa Teparo, provincia de Manu - Madre de Dios".

Contexto: Bosques de terraza alta y baja en la CN Matsigenka Palotoa Teparo, Manu.

Metodología: Inventarios florísticos y entrevistas para documentar la diversidad y los usos locales de las especies.

Resultados: Reporta listas de especies y valores de riqueza para la zona del Manu, además de destacar las especies más valoradas por la comunidad.

Relevancia para el estudio: Provee datos de composición y riqueza de especies arbóreas para la región. Es útil para discutir la singularidad o similitud de la diversidad encontrada en el aguajal antropizado de Planchón compared to otros bosques de Madre de Dios.

Comentarios: Aporta a la línea base de diversidad regional con un componente etnoecológico.

Calidad de la evidencia: Media. Tesis de pregrado con enfoque descriptivo.

### **Grifa (2023) - Madre de Dios, Perú**

Título del estudio: "Comparación de la diversidad arbórea de dos tipos de bosque en los sectores de Fitzcarrald y Monte Sinai, distrito y provincia de Tambopata".

Contexto: Dos tipos de bosque en diferentes unidades geomorfológicas dentro de la provincia de Tambopata.

Metodología: Inventarios forestales comparativos en parcelas para evaluar estructura, composición y diversidad.

Resultados: Encontró diferencias significativas en la diversidad y composición entre los dos sitios, atribuyéndolas al tipo de suelo y la historia de uso.

Relevancia para el estudio: Refuerza la idea de que la diversidad en Madre de Dios es altamente variable y depende del tipo de bosque y su historia. Contextualiza al aguajal de Planchón como una de estas unidades geomorfológicas y ecológicas particulares, cuya diversidad debe interpretarse bajo este marco.

Comentarios: Un estudio ecológico robusto que enfatiza la heterogeneidad del paisaje.

Calidad de la evidencia: Media-Alta. Tesis que aplica análisis ecológicos comparativos.

#### **Farfán (2021) - Madre de Dios, Perú**

Título del estudio: "Diversidad y composición florística de árboles en el cerro soga de oro, distrito y provincia de Manu".

Contexto: Bosque premontano en una zona de colina (Cerro Soga de Oro) en Manu.

Metodología: Inventario forestal en parcelas para determinar la diversidad alfa (riqueza de especies).

Resultados: Reportó una alta riqueza de especies por hectárea (e.g., 97 especies/ha), típica de bosques andino-amazónicos conservados.

Relevancia para el estudio: Ofrece un punto de comparación de alto valor para los valores de riqueza de especies que se encuentren en Planchón. Permite discutir si un aguajal antropizado, a pesar de la

presión, puede albergar una diversidad comparable a la de otros ecosistemas locales ricos.

Comentarios: Establece un techo de diversidad esperable en la región para bosques conservados no inundables.

Calidad de la evidencia: Media. Tesis que proporciona un dato cuantitativo clave (riqueza/ha).

### **Gobierno Regional de Madre de Dios (GOREMAD) (2019) - Perú**

Título del estudio: "Zonificación Ecológica y Económica de Madre de Dios (ZEE)".

Contexto: Documento de planificación territorial oficial para el departamento de Madre de Dios.

Metodología: Análisis integrado de variables físicas, biológicas, sociales y económicas para delimitar unidades territoriales con potencial y limitaciones específicas.

Resultados: Identifica y cartografía a los aguajales como "Ecosistemas Frágiles" y "Áreas de Protección y Conservación de Recursos Ecológicos", clasificándolos como zonas de vocación primarily conservacionista por los servicios ecosistémicos que proveen.

Relevancia para el estudio: Proporciona el marco legal, político y territorial regional que resalta la importancia y vulnerabilidad del objeto de estudio. Justifica la urgencia de generar información científica específica (como esta tesis) para informar las políticas de manejo y conservación que el propio documento recomienda.

Comentarios: Es el antecedente de política pública más importante, ya que dota a la investigación de relevancia inmediata para la gestión del territorio.

Calidad de la evidencia: Alta. Documento rector aprobado por Ordenanza Regional.

### **Cahuana, Madre de Dis, Perú-2016**

Título:

"Determinación de stock de carbono a través de ecuación alométrica en bosque de terraza alta, Provincia de Tambopata - Región Madre de Dios"

Contexto:

La Amazonía peruana, especialmente Madre de Dios, enfrenta una alta deforestación debido a actividades productivas informales e ilegales. Los bosques tropicales cumplen un rol crucial como sumideros de carbono, y su conservación puede ser incentivada mediante mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y mercados de carbono. Este estudio se realizó en el fundo "El Bosque" de la UNAMAD, un bosque de terraza alta (Bh-ta) con 425.84 ha, ubicado a 16 km de Puerto Maldonado.

Metodología:

Se instalaron 10 parcelas anidadas de 0.1 ha cada una, distribuidas aleatoriamente.

Se midieron árboles en categorías según DAP:

10x100 m: DAP > 10 cm

10x10 m: DAP entre 5-10 cm

5x5 m: DAP entre 2.5-5 cm

2x2 m: hojarasca y vegetación no arbórea

Se utilizaron ecuaciones alométricas validadas para bosques húmedos tropicales para estimar biomasa aérea y subterránea.

El carbono se calculó aplicando un factor de conversión de 0.5 (50% de la biomasa seca).

Se incluyeron mediciones de hojarasca y raíces (estas últimas estimadas indirectamente).

#### Resultados:

Biomasa aérea promedio: 305.70 Tb/ha (mín: 276.53, máx: 345.50 Tb/ha).

Stock de carbono promedio: 150.88 tC/ha (mín: 138.37, máx: 171.08 tC/ha).

Equivalente en CO<sub>2</sub>e: 553.73 t CO<sub>2</sub>e/ha/año (utilizable para certificados de reducción de emisiones – CERs).

Se inventariaron 533 individuos en total.

#### Relevancia para nuestra investigación:

Este estudio es altamente relevante para tu trabajo en el bosque mixto agujal de Planchón, ya que:

Proporciona una metodología validada para estimar carbono en bosques tropicales de Madre de Dios.

Ofrece valores de referencia para bosques de terraza alta, útiles para comparación con ecosistemas de agujal.

Las ecuaciones alométricas y el diseño de parcelas pueden ser adaptados para tu zona de estudio.

Los resultados refuerzan la importancia de los bosques locales como sumideros de carbono y su potencial para proyectos REDD+ o pagos por servicios ambientales.

#### Comentarios finales:

El estudio es riguroso en su diseño metodológico y utiliza ecuaciones alométricas validadas internacionalmente. Sin embargo, la estimación de raíces se hizo de manera indirecta, lo que puede introducir cierto margen de error. Además, la muestra de 10 parcelas es adecuada para el tipo de bosque, pero podría ser insuficiente para extrapolaciones a escalas mayores sin considerar la variabilidad espacial.

#### Calidad de evidencia:

Alta. La tesis está bien estructurada, con revisión bibliográfica exhaustiva, metodología clara y reproducible, y resultados consistentes con estudios similares en la Amazonía. Es una fuente confiable para fines académicos y aplicados en medición de carbono forestal.

**Pillacca & Florez, 2014.** "Determinación del stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en diferentes tipos de vegetación en la comunidad de Puerto Arturo, distrito Tambopata, Madre de Dios-Perú", Este estudio establecieron parcelas de muestreo anidadas de 1,225 m<sup>2</sup> para medir el stock de "carbono" dentro de la "vegetación mixta de la comunidad. La de "biomasa aérea" se dividió en cuatro subcomponentes en función del DAP: individuos con DAP < 5 cm, 5-<20 cm, 20-50 cm y >50 cm. Para el componente necromasa, se analizaron tres subcomponentes: «madera muerta en el suelo, madera muerta en pie y hojarasca». El área se clasificó en cinco tipos de vegetación conforme a la «Zonificación Ecológica y Económica de Madre de Dios». Los valores promedio de contenido de carbono obtenidos fueron los siguientes: (1) Bosques densos semideciduos en llanuras aluviales: 161,38 MgC/ha, (2) Comunidades agrícolas y palmeras (B): 150,37 MgC/ha, (3) Comunidades agrícolas y palmeras (A): 47,83 MgC/ha, (4) Comunidades palmeras palustres de "Mauritia

flexuosa (aguajales)": 121,72 MgC/ha, (5) Comunidades sucesionales en riberas de ríos de aguas bravas: 81,42 MgC/ha, y (6) Comunidades palustres de palmeras arbóreas: 68,31 MgC/ha. El contenido medio global de carbono fue de 136,98 MgC/ha, con una reserva total de carbono de 517.972,11 MgC en 3.781,5 ha. La necromasa aportó el 10,38% (53.740,99 MgC), mientras que la biomasa aérea constituyó el 89,62% (464.231,11 MgC). Los bosques densos semicaducífolios de las llanuras aluviales representaron la mayor superficie (2.011,5 ha), almacenando 324.615,87 MgC, es decir, el 63% del carbono total. Esta reserva de carbono podría ofrecerse potencialmente al mercado voluntario de carbono, proporcionando fondos para apoyar la conservación de los bosques. Si se conserva la vegetación mixta de la Comunidad Nativa de Puerto Arturo, se estima que, en promedio, se evitaría que 502,7 toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente por hectárea ingresen a la atmósfera anualmente.

**Janovec, John, et. al. 2013.**

Evaluación de los actuales impactos y amenazas en aguajales y cochas de Madre de Dios, Perú (WWF, 2013)

Contexto

El informe documenta la importancia ecológica, social y económica de los humedales de Madre de Dios, especialmente los aguajales (ecosistemas dominados por la palma Mauritia flexuosa) y las cochas (meandros abandonados de ríos). Estos ecosistemas proveen servicios clave como regulación hídrica, captura de carbono, hábitat para biodiversidad y recursos para las comunidades locales. Sin embargo, enfrentan graves amenazas por la minería aurífera ilegal, agricultura, ganadería, construcción de carreteras y expansión urbana.

## Metodología

Mapeo con SIG: Uso de imágenes satelitales Landsat (1986-2013) para identificar y delimitar aguajales y cochas.

Trabajo de campo: Validación in situ entre abril y mayo de 2013, con observaciones directas y documentación fotográfica.

Análisis de impactos: Se cuantificó el impacto directo (dentro de humedales) y la amenaza inminente (en franjas de 500 m y 1000 m alrededor).

Categorización de impactos: Alto (>5% de área afectada), moderado (1-5%), bajo (<1%) y sin impacto.

## Resultados

Se identificaron 2.521 aguajales (174,065 ha) y 246 cochas (10,642 ha) en Madre de Dios.

Impacto total por minería aurífera: 116,577 ha.

Impacto total por actividades no mineras: 98,618 ha.

38% de los aguajales principales y 57% de las cochas principales presentan impacto alto por minería.

Se documentó alta biodiversidad: 685 especies de plantas, 36 hongos acuáticos, 261 aves, 33 anfibios, 24 reptiles, 79 peces y mamíferos como tigres y lobos de río.

Los aguajales son críticos para especies como el guacamayo azulamarillo (*Ara ararauna*), que anida y se alimenta en ellos.

Relevancia para la investigación en el aguajal mixto de Planchón, Las Piedras, Tambopata

El informe ofrece un marco metodológico aplicable para evaluar impactos y biodiversidad en el aguajal de Planchón.

Proporciona línea base de biodiversidad (flora, fauna, hongos) para comparar con findings locales.

Alertas sobre amenazas recurrentes (minería, cambios de uso de suelo) que podrían afectar el aguajal mixto.

Destaca la importancia hidrológica de los aguajales y su vulnerabilidad a alteraciones en las cuencas.

Sirve como referencia para acciones de conservación y manejo sostenible, incluyendo posibles estrategias de turismo ecológico o declaración como sitio Ramsar.

#### Comentarios Finales

El estudio evidencia la urgente necesidad de proteger los humedales de Madre de Dios, no solo por su valor ecológico, sino también por su rol en la provisión de agua, alimentos y medios de vida para las comunidades. La minería aurífera ilegal es la amenaza más grave y requiere intervención inmediata. La conservación de aguajales como el de Planchón debe integrar:

Monitoreo continuo con SIG y validación de campo.

Participación comunitaria y fortalecimiento de marcos legales.

Investigación aplicada para entender mejor su biodiversidad y dinámicas ecológicas.

#### Calidad de la Evidencia

Alta confiabilidad: Estudio respaldado por WWF, con metodología robusta (SIG + trabajo de campo), múltiples colaboradores científicos y revisión por pares.

Datos cuantitativos sólidos: Uso de imágenes satelitales multi-temporal y análisis geoespacial detallado.

Limitaciones: Algunos aspectos de biodiversidad (peces, invertebrados) aún requieren mayor investigación.

Vigencia: Aunque de 2013, los patrones de amenaza y la estructura ecológica descrita siguen siendo relevantes en la actualidad.

### **Pallqui Camacho, 2013.**

Estimación de la biomasa aérea en bosques de tierra firme en la Reserva Nacional Tambopata y áreas adyacentes, Madre de Dios, Perú (2013).

#### Contexto

El estudio surge por la necesidad de contar con información confiable sobre biomasa aérea en la Amazonía peruana, en particular Madre de Dios, región clave por su alta biodiversidad y rol en el almacenamiento de carbono. El trabajo se vincula a los esfuerzos globales por cuantificar y monitorear el carbono forestal en el marco de estrategias REDD+ y frente a fenómenos climáticos extremos como la sequía del 2010.

#### Metodología

Área de estudio: parcelas permanentes en la Reserva Nacional Tambopata y zonas cercanas.

Diseño: parcelas de 1 ha (100 × 100 m), subparcelas para regeneración y estratificación por categorías de diámetro.

Datos: medición de DAP ( $\geq 10$  cm), altura total y variables dendrométricas.

Cálculo de biomasa: uso de ecuaciones alométricas de Chave et al. (2005) y ajuste local con densidad de la madera (base de datos regional y mundial).

Comparación temporal: antes y después de la sequía 2010 para analizar pérdidas y recuperación de biomasa.

### Resultados

Biomasa promedio: entre 260 y 300 t/ha en bosques de tierra firme maduros.

Variación espacial: heterogeneidad significativa entre parcelas, atribuida a historia de disturbios y composición florística.

Impacto de la sequía 2010: pérdida considerable de biomasa aérea por mortalidad de árboles grandes (>60 cm DAP), con disminuciones de 10-15% en parcelas afectadas.

Recuperación: evidencias de regeneración en clases diamétricas menores, aunque el retorno a valores pre-sequía es lento.

Relevancia para la investigación en aguajal mixto (Planchón, Las Piedras, Tambopata)

El estudio ofrece valores de referencia de biomasa aérea en bosques de tierra firme, útiles como contraste con ecosistemas palustres como los aguajales.

Resalta la importancia de factores edáficos e hídricos en la resiliencia forestal: aplicable al análisis de aguajales mixtos que enfrentan fluctuaciones hídricas.

Proporciona metodología replicable (parcelas permanentes, uso de alometrías ajustadas a densidad de madera local) que se puede aplicar en Planchón.

Aporta insumos para valorar el papel de los aguajales en el almacenamiento de carbono y servicios ecosistémicos, comparando su dinámica con bosques de tierra firme.

### Comentarios finales

El trabajo constituye una de las primeras estimaciones sistemáticas de biomasa aérea en Madre de Dios, vinculando ciencia básica con aplicaciones en cambio climático y conservación. Muestra la vulnerabilidad de los bosques amazónicos a fenómenos extremos (sequías severas), aspecto central para evaluar la estabilidad de sumideros de carbono.

### Calidad de la evidencia

#### Fortalezas:

Uso de parcelas permanentes con mediciones de campo rigurosas.

Aplicación de ecuaciones alométricas validadas a nivel amazónico.

Inclusión de variabilidad florística y densidad de la madera.

#### Limitaciones:

Foco en bosques de tierra firme (no en aguajales ni bosques inundables).

Periodo de monitoreo limitado para evaluar completamente la recuperación post-sequía.

Escasa comparación directa con otros tipos de humedales amazónicos.

### **Dueñas, et.al. Madre de Dios, Perú (2012)**

Diversidad, composición florística y stock de carbono almacenado en la biomasa de dos hectáreas de bosque húmedo tropical en la Reserva Ecológica de Inkaterra, Tambopata - Madre de Dios (2012).

### Contexto

El estudio se desarrolló en la Reserva Ecológica de Inkaterra (RCEI), área privada de conservación ubicada en el corredor Puerto

Maldonado – Tambopata, Madre de Dios. El objetivo fue caracterizar la diversidad florística y estimar el carbono almacenado en la biomasa aérea, contribuyendo a las líneas base de inventarios forestales y de carbono en la Amazonía peruana. La investigación se enmarca en el interés global por la conservación de bosques tropicales y la mitigación del cambio climático a través del almacenamiento de carbono.

### Metodología

Área de estudio: 2 ha de bosque húmedo tropical dentro de la RCEI.

Diseño de muestreo: dos parcelas de 1 ha (100 × 100 m).

Variables medidas: DAP ( $\geq 10$  cm), altura total, especie y densidad de la madera.

Identificación botánica: claves taxonómicas, colecciones de referencia del herbario y consultas con especialistas.

Cálculo de biomasa: uso de ecuaciones alométricas de Chave et al. (2005) ajustadas con densidad de la madera.

Estimación de carbono: 50% de la biomasa aérea seca se asumió como carbono almacenado.

### Resultados

Diversidad florística:

81 familias, 268 géneros y 645 especies registradas en 2 ha.

Familias más representativas: Fabaceae, Moraceae, Lauraceae y Sapotaceae.

Composición estructural:

Mayor número de individuos en clases diamétricas de 10-20 cm DAP.

Biomasa concentrada en árboles grandes ( $> 60$  cm DAP).

Stock de biomasa y carbono:

Biomasa aérea promedio: 278.6 t/ha.

Carbono almacenado: 139.3 t C/ha.

Relevancia para la investigación en aguajal mixto (Planchón, Las Piedras, Tambopata)

Proporciona valores de referencia de biomasa y carbono en bosques húmedos tropicales de Madre de Dios, útiles para comparar con ecosistemas de humedales (aguajales).

Muestra cómo la estructura diamétrica y la dominancia de ciertas familias influyen en la acumulación de biomasa, un aspecto aplicable al análisis de la dominancia de *Mauritia flexuosa* en aguajales mixtos.

Destaca la importancia de contar con inventarios florísticos detallados para asociar diversidad con capacidad de almacenamiento de carbono, lo que puede enriquecer tu análisis en Planchón.

#### Comentarios finales

El trabajo confirma que los bosques amazónicos de Madre de Dios poseen una alta diversidad florística y gran capacidad de almacenamiento de carbono, aportando datos clave para programas de conservación, manejo forestal y REDD+. Se trata de uno de los primeros estudios en la región en cuantificar con detalle estos aspectos en parcelas permanentes de 1 ha.

#### Calidad de la evidencia

#### Fortalezas:

Parcela de 2 ha con muestreo exhaustivo y metodología estandarizada (Chave et al. 2005).

Identificación botánica rigurosa.

Resultados consistentes con valores amazónicos reportados en la literatura.

Limitaciones:

Estudio localizado en un solo tipo de bosque (tierra firme húmedo tropical), sin comparación con otros ecosistemas como aguajales o varillales.

Ausencia de monitoreo temporal (solo una campaña de evaluación).

#### **2.3.4. Exclusión del capítulo de Hipótesis.**

En el presente estudio no se formula hipótesis debido a que el nivel de investigación corresponde al **descriptivo**, cuyo propósito central es caracterizar y cuantificar fenómenos sin establecer relaciones causales entre variables. En este tipo de estudios, los objetivos se centran en determinar, estimar o evaluar variables de manera independiente, más que en explicar relaciones de causa-efecto.

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), en las investigaciones descriptivas “no se formulan hipótesis de investigación propiamente dichas, pues el interés radica en especificar las propiedades y características que se analizan” (p. 113). En la misma línea, Bernal (2010) sostiene que la hipótesis es necesaria en investigaciones explicativas o correlacionales, pero no en aquellas cuyo alcance se limita a la descripción. Asimismo, Tamayo y Tamayo (2003) enfatiza que la investigación descriptiva se orienta a señalar “cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno determinado” (p. 46), sin pretender dar explicaciones causales.

Por lo tanto, la exclusión del capítulo de hipótesis en este trabajo se justifica por coherencia metodológica, dado que la investigación se orienta a la **descripción y caracterización de la diversidad vegetal y de los servicios ecosistémicos** presentes en el aguajal mixto de Planchón, distrito de Las Piedras.

### 2.3.5. Identificación de Variables, Indicadores y Operacionalización.

#### 2.3.5.1. Introducción a la matriz de operacionalización de variables

La operacionalización de variables constituye un componente fundamental en la investigación, ya que permite establecer de manera sistemática la relación entre los objetivos planteados, las variables de estudio, sus dimensiones, indicadores, escalas de medición y los instrumentos empleados para la recolección de datos. En el presente trabajo, cuyo propósito general es **caracterizar la diversidad vegetal y cuantificar los servicios ecosistémicos de regulación climática y aprovisionamiento en un aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón**, la operacionalización orienta la medición de las principales variables y asegura la coherencia metodológica en el análisis.

De acuerdo con los **objetivos específicos**, se definieron cuatro variables principales: (i) la **diversidad vegetal**, vinculada a la composición florística, estructura poblacional e índices de diversidad; (ii) los **servicios de regulación climática**, estimados a través de la biomasa aérea acumulada y el stock de carbono almacenado; (iii) los **servicios de aprovisionamiento**, evaluados mediante la producción de frutos de *Mauritia flexuosa*; y (iv) la **percepción social de los servicios ecosistémicos**, expresada en la valoración y conocimiento que la comunidad local atribuye al aguajal. Cada variable se operacionaliza en dimensiones e indicadores específicos, medibles con escalas adecuadas y mediante instrumentos de campo y gabinete, lo cual garantiza la validez y confiabilidad de los resultados. (Tabla 1)

Tabla 2. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicador	Método de cálculo / Operacionalización	Escala de medida	Instrumento de recolección	Objetivo asociado
Diversidad vegetal	Estructura poblacional	Composición florística	Lista taxonómica de especies	Identificación botánica en campo y gabinete	Nominal	Fichas de campo, claves taxonómicas, GPS, hipsómetro o Clinómetro.
		Abundancia	Métodos fitosociológicos. Número de individuos por especie.	Razón	Planilla de campo (Inventario).	Determinar la composición florística, estructura poblacional e índices de diversidad alfa de la comunidad vegetal del agujal.
		Frecuencia	$F = (\text{Número de parcelas donde aparece la especie} / \text{Total de parcelas}) * 100$	Razón (%)	Planilla de campo.	
		Dominancia	$Do = \text{Área basal total de la especie (m}^2\text{). Área basal por árbol} = n * (\text{DAP}/200)^2$	Razón ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	Cinta diamétrica o forcípula, planilla de campo.	
		IVI	Análisis estructural (IVI) IVI = (Abundancia Relativa + Frecuencia Relativa + Dominancia Relativa) Cada valor relativo es (Valor de la especie / Valor total de todas las especies)100	Razón (0-300)	Cálculo en hoja de Excel.	
		Distribución diamétrica	Número de individuos por clase de DAP (ej: 10-20 cm, 20-30 cm, etc.).			
		Distribución de alturas.	Número de individuos por clase de altura (ej: 5-10 m, 10-15 m, etc.).	Razón	Planillas de campo, Cintad diamétrica o forcípula, software Excel/R	
	Diversidad alfa	Riqueza de especies (S)	Número total de especies encontradas en el área de estudio	Razón		
		Índices de Shannon, Wiener (H)	$H' = - \sum (pi * \ln(pi))$ .	Adimensional	Software PAST/R, base de datos	

		Índice de Simpson,	$D = 1 - \sum (pi^2)$	Adimensional	Cálculo de índices mediante software PAST/R	
		Alfa- Fisher	$J' = H' / H'max$	Adimensional		
<b>Servicios ecosistémicos de regulación climática (carbono y biomasa)</b>	Biomasa aérea	Biomasa estimada (kg/ha)	<b>Para árboles:</b> Uso de ecuaciones alométricas. La más recomendada para bosques pantanosos/palmeras es la de Chave et al. (2014) para pantanos tropicales: $AGB = 0.112 * (\rho * DAP^2 * H)^{0.916}$ . donde $\rho$ = densidad de la madera ( $g/cm^3$ ) (usar valor de la especie o valor genérico de 0.6 si no se conoce). Para Palmeras ( <i>Mauritia flexuosa</i> ): Usar ecuación específica para la especie. Ej: Goodman et al. (2013): $AGB = 10.8 * (DAP) - 104$ ( $kg/individuo$ )	Razón(Kg)	DAP, H, datos de densidad de amadera, Cinta diamétrica, hipsómetro, planillas	Cuantificar la biomasa aérea acumulada y el stock de carbono almacenado, e identificar las especies con mayor contribución.
	Carbono almacenado	Stock de Carbono. Toneladas de carbono por hectárea (tC/ha)	Carbono = Biomasa Aérea * Factor de Carbono. El IPCC recomienda un factor default de 0.47 (47% de la biomasa es carbono).	Razón(Ton C/ha)	Cálculos matemáticos, planillas. Hojas Excel	
	Contribución por especie	% Contribución a la biomasa y carbono	(Biomasa de la especies/Biomasa total)*100	Razón (%)	Cálculo Hoja Excel	
<b>Servicios de aprovisionamiento (producción de frutos de <i>Mauritia flexuosa</i>)</b>	Producción por árbol	Número de racimos por palmera	Conteo directo	Razón	Observación directa, fichas de campo	Estimar la producción de frutos de aguaje ( <i>Mauritia flexuosa</i> ) como servicio de aprovisionamiento clave del ecosistema.

		Número de frutos por racimo	Conteo en campo	Razón	Observación directa, fichas	
	Rendimiento total	Peso total de frutos (kg/ha)	Pesaje con balanza y estimación por hectárea	Razón	Balanza portátil, fichas de campo	
<b>Percepción social sobre servicios ecosistémicos</b>	Importancia percibida	Opiniones sobre conservación del agujal	Encuestas y análisis de frecuencias	Ordinal	Cuestionarios estructurados	Evaluar la percepción y valoración de la comunidad local de Planchón sobre los servicios de regulación climática y aprovisionamiento.
	Valoración de servicios ecosistémicos	Grado de importancia asignado (regulación climática y aprovisionamiento)	Escala Likert (1-5)	Ordinal	Encuestas estructuradas	
	Amenazas percibidas	Identificación de principales amenazas	Análisis cualitativo y frecuencias	Nominal	Entrevistas semiestructuradas	

Elaboración propia en base al análisis de la situación problemática, 2024.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

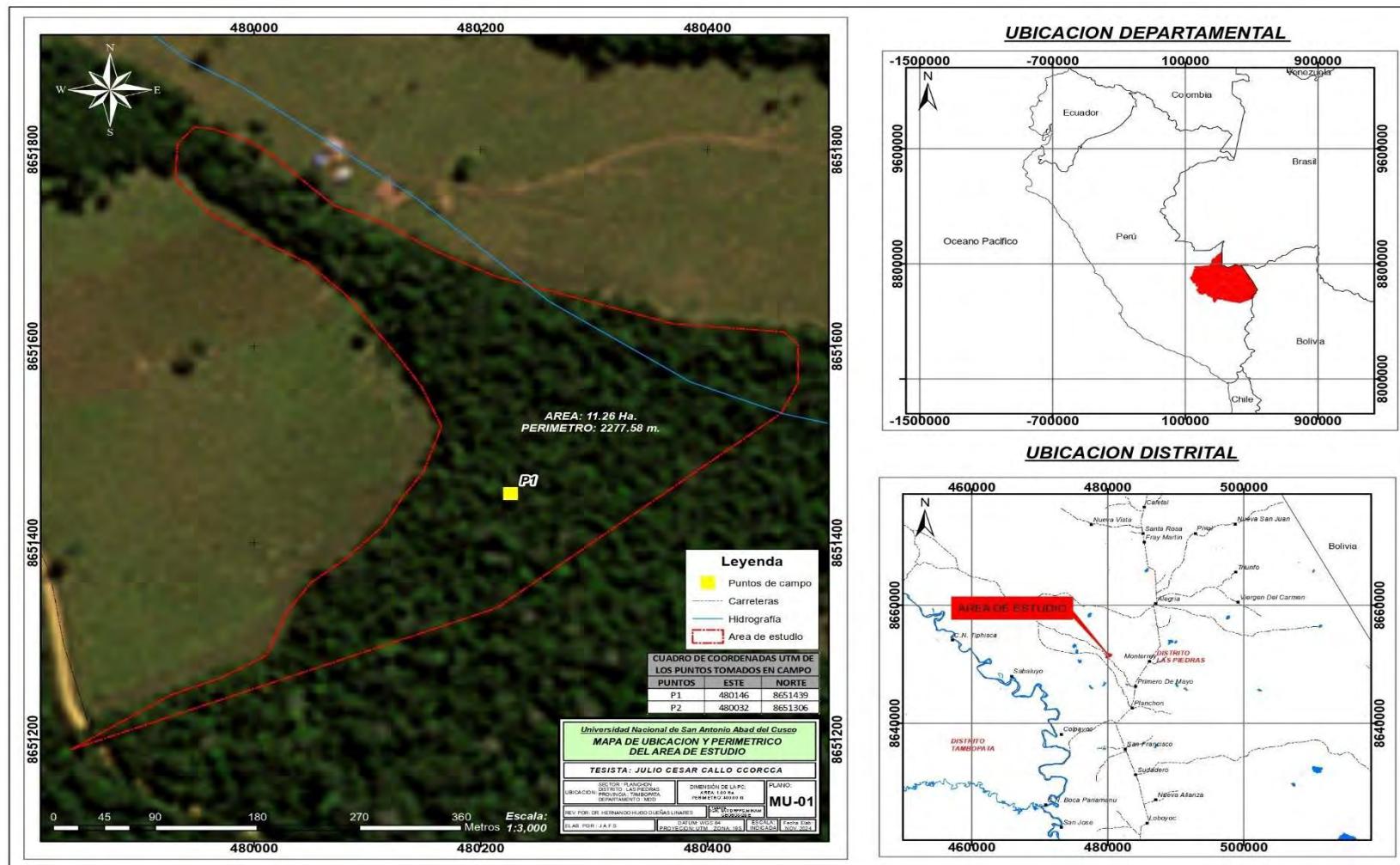
### 3.1. Ámbito de Estudio: Localización política y geográfica.

El área de estudio está ubicada en: (Figura 1)

Departamento	:	Madre de Dios
Provincia	:	Tambopata
Distrito	:	Las Piedras

### 3.2. Ubicación y localización del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en un aguajal mixto antropizado localizado en la localidad de Planchón, distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, Perú. Geográficamente, la región de Madre de Dios forma parte de la Amazonía suroriental peruana, una de las áreas con mayor biodiversidad del mundo (Myers et al., 2000). El distrito de Las Piedras se caracteriza por presentar una compleja matriz de ecosistemas que incluyen bosques primarios, bosques secundarios, y humedales, entre los que destacan los aguajales (*Mauritia flexuosa* L.f.), ecosistemas de gran importancia ecológica y socioeconómica para la región. (Figura 1)



### **3.3. Descripción de las características física del área de estudio.**

#### **3.3.1. Clima**

La provincia de Tambopata presenta un clima tropical cálido y húmedo, clasificado como Af (clima de selva tropical lluvioso) según la clasificación climática de Köppen-Geiger (Peel et al., 2007). La temperatura media anual es de 26°C, con una precipitación media anual que oscila entre los 2000 y 3000 mm, presentando una estación menos lluviosa entre los meses de mayo a septiembre (SENAMHI, 2020).

#### **3.3.2. Zona de Vida**

El área de estudio se enmarca dentro de la Zona de Vida «Bosque Húmedo Tropical (Bh-T)», según el sistema de clasificación de Holdridge (1967). Esta zona se caracteriza por albergar una exuberante vegetación y una alta diversidad biológica, sustentada por altas temperaturas y precipitaciones durante la mayor parte del año.

#### **3.3.3. Vegetación**

La fisonomía vegetal del aguajal de estudio corresponde a una palmera dominante (*Mauritia flexuosa*) en un estrato superior, asociada con otras especies propias de humedales y bosques inundables. La estructura mixta y el carácter antropizado del área indican una intervención antrópica selectiva, que modifica la composición florística original, pero mantiene la provisión de servicios ecosistémicos clave (Hidalgo Pizango et al., 2022).

#### **3.3.4. Suelos**

Los suelos en la llanura aluvial de Madre de Dios, donde se desarrollan los aguajales, son predominantemente hidromórficos, con poor renaje y periodos de inundación estacional. Son suelos ácidos, con alta concentración de materia orgánica en descomposición y textura franco-arcillosa (INRENA, 2006). Estos suelos son fundamental para el mantenimiento de la hidrología local y la vegetación característica de estos ecosistemas.

### 3.4. Tipo y Nivel de Investigación

#### 3.4.1. Tipo de Investigación

**Investigación Básica o Fundamental (Tipo I). Explicación:** Nuestro estudio se enmarca predominantemente en la investigación básica. Su propósito central es "**caracterizar**" y "**cuantificar**" componentes de un sistema ecológico (diversidad vegetal, carbono, producción de frutos) y recoger la percepción local sobre estos. El objetivo principal es generar nuevo conocimiento, ampliar la comprensión científica sobre la estructura y función de los agujales antropizados de Madre de Dios y probar métodos de evaluación. No está dirigido a resolver un problema práctico inmediato (como diseñar un plan de manejo), sino a proporcionar la línea base esencial sobre la cual luego se podrán diseñar esas soluciones aplicadas. Su fin es contribuir al cuerpo teórico de la ecología de humedales tropicales y la etnoecología.

#### Matiz de Investigación Aplicada

**Explicación:** El componente de "**percepción y valoración de la comunidad local**" introduce un fuerte matiz de investigación aplicada. Este conocimiento no se busca solo por sí mismo, sino con el **propósito potencial** de que, en un futuro, sirva para informar estrategias de conservación, manejo sostenible o políticas públicas que sean culturalmente apropiadas y socialmente aceptadas. Por lo tanto, el estudio tiene una **doble naturaleza**: básica en su núcleo ecológico-biométrico, y aplicada en su dimensión social.

"La investigación básica tiene como objetivo fundamental ampliar los horizontes del conocimiento científico, sin interesarse directamente en las posibles aplicaciones prácticas... La investigación aplicada, en cambio, está dirigida a la solución de problemas concretos y a satisfacer necesidades prácticas" (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 59).

### 3.5. Nivel o Alcance de la Investigación

#### 3.5.1. Investigación Descriptiva

**Explicación:** Este es el nivel principal y más claro de su estudio. Las preguntas y objetivos reformulados se centran explícitamente en "determinar", "cuantificar", "estimar" y "evaluar" variables. No se busca establecer relaciones de causa-efecto (explicativas) ni comparar grupos de manera controlada (comparativa). En cambio, se propone **medir y describir de manera independiente** las características de la diversidad vegetal, los stocks de carbono, la producción de frutos y las percepciones sociales en un contexto específico. El resultado será una "fotografía" detallada del estado actual del aguajal de Planchón.

#### Matiz de Investigación Correlacional

**Explicación:** Aunque no es el objetivo declarado, durante el análisis de los datos es muy probable que surja un **análisis correlacional** de manera natural y exploratoria. Por ejemplo, podría analizar si existe una relación estadística (correlación) entre la abundancia de *Mauritia flexuosa* y el stock total de carbono, o entre la densidad de palmeras y la riqueza de otras especies. Este análisis enriquecería la discusión, pero no es el eje central de los objetivos planteados.

"Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis... Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar" (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 106).

#### Resumen Integrado

Nuestra investigación puede clasificarse de la siguiente manera:

- **Tipo:** Predominantemente **Básica**, con un componente de **Aplicada** en su dimensión social.
- **Nivel:** Principalmente **Descriptiva**, con potencial para un análisis **Correlacional** exploratorio en la fase de discusión de resultados.

Esta combinación es muy poderosa y común en las ciencias ambientales, ya que integra la descripción rigurosa de un ecosistema con la comprensión del contexto humano que lo rodea, sentando las bases para futuras investigaciones explicativas y proyectos de intervención aplicada.

### **3.6. Unidad de Análisis**

La **unidad de análisis** en su investigación es el **Aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón**, considerado como un **sistema socio-ecológico único**. (Figura 2)

**Explicación:** El foco de su investigación es el ecosistema en su conjunto ("el aguajal"), con sus componentes bióticos (comunidad vegetal), abióticos (suelo, agua) y antrópicos (percepción humana) interconectados. El adjetivo "antropizado" es crucial, ya que define la condición particular (la alteración humana) que caracteriza a esta unidad de estudio y la distingue de un aguajal prístino. Usted busca caracterizar las propiedades emergentes de este sistema completo: su diversidad, sus servicios ecosistémicos y la percepción que se tiene de él.

"(La unidad de análisis) se refiere a quiénes van a ser medidos en una investigación... es el nivel o contexto social que se estudia" (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 176). En su caso, el "quién" es el ecosistema de aguajal, que es el contexto social y ecológico bajo estudio.

El trabajo de Elinor Ostrom, premio Nobel, que fundamenta el concepto de "sistemas socio-ecológicos" (SES) como unidades de análisis integradas. Su estudio analiza un SES particular (el aguajal de Planchón).

"A core goal of public policy should be to facilitate the development of

institutions that bring out the best in humans. We need to ask how diverse institutions help or hinder the innovativeness, learning, adapting, and trustworthiness of individuals and groups" (Ostrom, 2009, p. 422). Esto conecta con la justificación de su Objetivo 4, que busca entender la dimensión social para informar políticas.

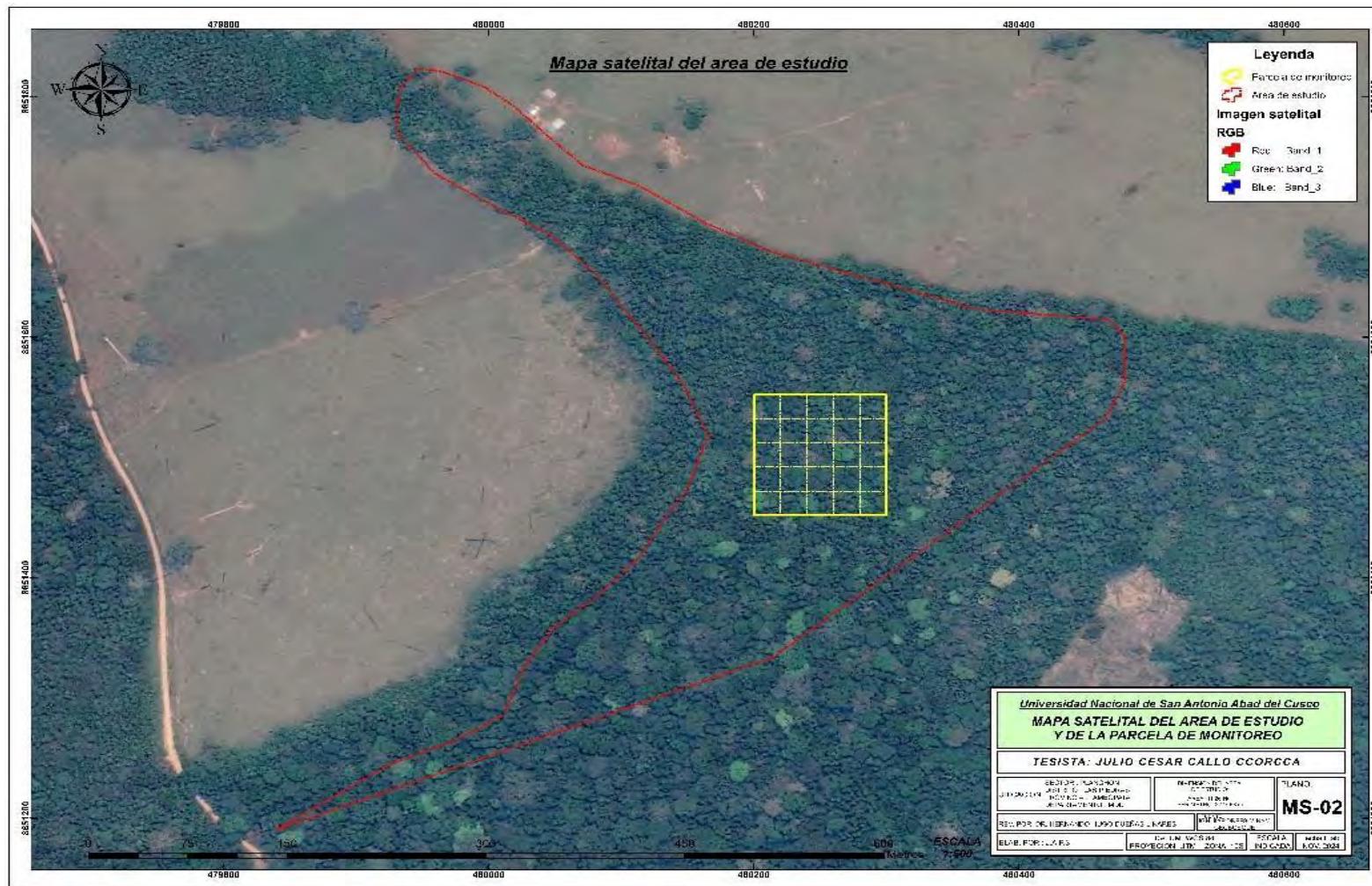


Figura 2. Unidad de análisis, en el ecosistema Bosque Aguajal Mixto, Distrito Las Piedras, Dpto Madre de Dios. Crédito Fot: Julio Callo Ccorcca, septiembre, 2024.

### 3.7. Unidades de Observación

Para operacionalizar el estudio de esta unidad de análisis macro, hemos descompuesto en **unidades de observación** más pequeñas y manejables, desde las cuales recolectado los datos primarios. Según nuestros objetivos, existen varias unidades de observación:

**Parcela de muestreo forestal:** Es la unidad de observación para los **Objetivos 1 y 2** (diversidad vegetal, biomasa y carbono). Cada parcela (ej. de 0.1 ha) es una réplica donde se miden todos los individuos leñosos, se calculan sus variables estructurales y se estima la biomasa. (Figura 3)

**Palmera de *Mauritia flexuosa* (hembra):** Es la unidad de observación clave para el **Objetivo 3** (producción de frutos). La producción se medirá en un número representativo de individuos para luego extrapolar.

**Persona (miembro de la comunidad local):** Es la unidad de observación para el **Objetivo 4** (percepción y valoración). Cada encuestado o entrevistado proporciona datos individuales que luego se agrupan para caracterizar la percepción de la comunidad.

Es crucial "diferenciar la unidad de análisis de las unidades de observación... Las unidades de observación son los elementos desde los cuales se obtiene la información y se derivan conclusiones sobre la unidad de análisis" (Bautista, 2011, p. 145). Esto explica claramente la relación entre el aguajal (análisis) y las parcelas/palmeras/personas (observación).

**En resumen:** Caracterizamos **el aguajal** (unidad de análisis) midiendo y luego integrando datos provenientes de **parcelas, palmeras individuales y personas** (unidades de observación).

Estará determinada por el aguajal o Humedal, que se encuentre situado la localidad de Planchón, “Las Piedras”, departamento de “Madre de Dios”, Perú.

### **3.8. Diseño de Investigación**

El diseño de investigación apropiado para este estudio de tipo básico y nivel descriptivo es el diseño no experimental-transversal descriptivo.

No experimental: Porque se observan y miden las variables (diversidad, biomasa, carbono, producción de frutos, percepción) tal como se manifiestan en su contexto natural, sin manipularlas ni controlarlas deliberadamente.

Transversal (transaccional): Porque los datos se recolectaron en un único momento temporal, durante el año 2024, proporcionando una "fotografía" de las condiciones del aguajal y la percepción comunal en ese punto específico.

Descriptivo: Porque el propósito fundamental es especificar las propiedades, características y perfiles importantes de los fenómenos en estudio (la comunidad vegetal y los servicios ecosistémicos).

Este diseño se operacionalizó mediante:

Trabajo de campo: Establecimiento de una parcela permanente de 1 ha (diseño de muestreo por parcelas), inventario forestal completo ( $DAP \geq 10$  cm), colección botánica y medición de variables dasométricas.

Modelos alométricos: Aplicación de ecuaciones (e.g., Chave et al., 2005) para estimar biomasa y carbono a partir de los datos de campo.

Encuestas: Aplicación de un instrumento (cuestionario) a una muestra de la población local para describir su percepción.

### **3.9. Población, Muestra y Tamaño de Muestra**

**Población:** El total de individuos leñosos (árboles y palmeras) con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)  $\geq 10$  cm, que componen el aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, con un área total de 11.26 hectáreas. (Figura 3)

**Unidad de Muestreo:** La Parcela Permanente de Muestreo (PPM) de 1 hectárea (100 m x 100 m), subdividida en 25 subparcelas de 20 m x 20 m para facilitar el trabajo de campo. (Figura 3)

**Muestra:** Una (1) Parcela Permanente de Muestreo (PPM) de 1 hectárea.

**Tamaño de la Muestra:** 1 hectárea. (Figura 3).

"El tamaño de la muestra para la evaluación de la diversidad vegetal y la biomasa se definió como una parcela de **1 hectárea (100 m x 100 m)**, subdividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m. Este criterio se basó en los protocolos estandarizados globalmente para el monitoreo de bosques tropicales, específicamente el establecido por la red RAINFOR (Phillips et al., 2009; Malhi et al., 2002), el cual ha demostrado ser robusto para capturar la composición florística, la estructura poblacional y para generar estimaciones precisas de biomasa aérea y carbono almacenado (Chave et al., 2003). Para un tipo de bosque homogéneo como el aguajal mixto en estudio, una parcela de esta magnitud permite que los índices de diversidad y los parámetros estructurales clave se stabilicen, siendo representativos de la comunidad (Chazdon et al., 1998; Gentry, 1988). Si bien el área total del aguajal es de 11.26 ha, la intensidad de trabajo requerida para un inventario forestal completo (georreferenciación, plaqueo, medición de DAP y altura, identificación botánica) hace inviable un muestreo replicado a la escala del 10% del total (1.13 ha) sin comprometer la calidad y precisión de los datos. Por lo tanto, se priorizó la calidad del dato en una unidad de muestreo grande y estandarizada, sobre la cantidad de réplicas."

Al presentarlo de esta manera, se demuestra que la elección del tamaño de la muestra no fue arbitraria, sino que está fundamentada en criterios científicos, metodológicos y prácticos sólidos y ampliamente aceptados en la comunidad científica.

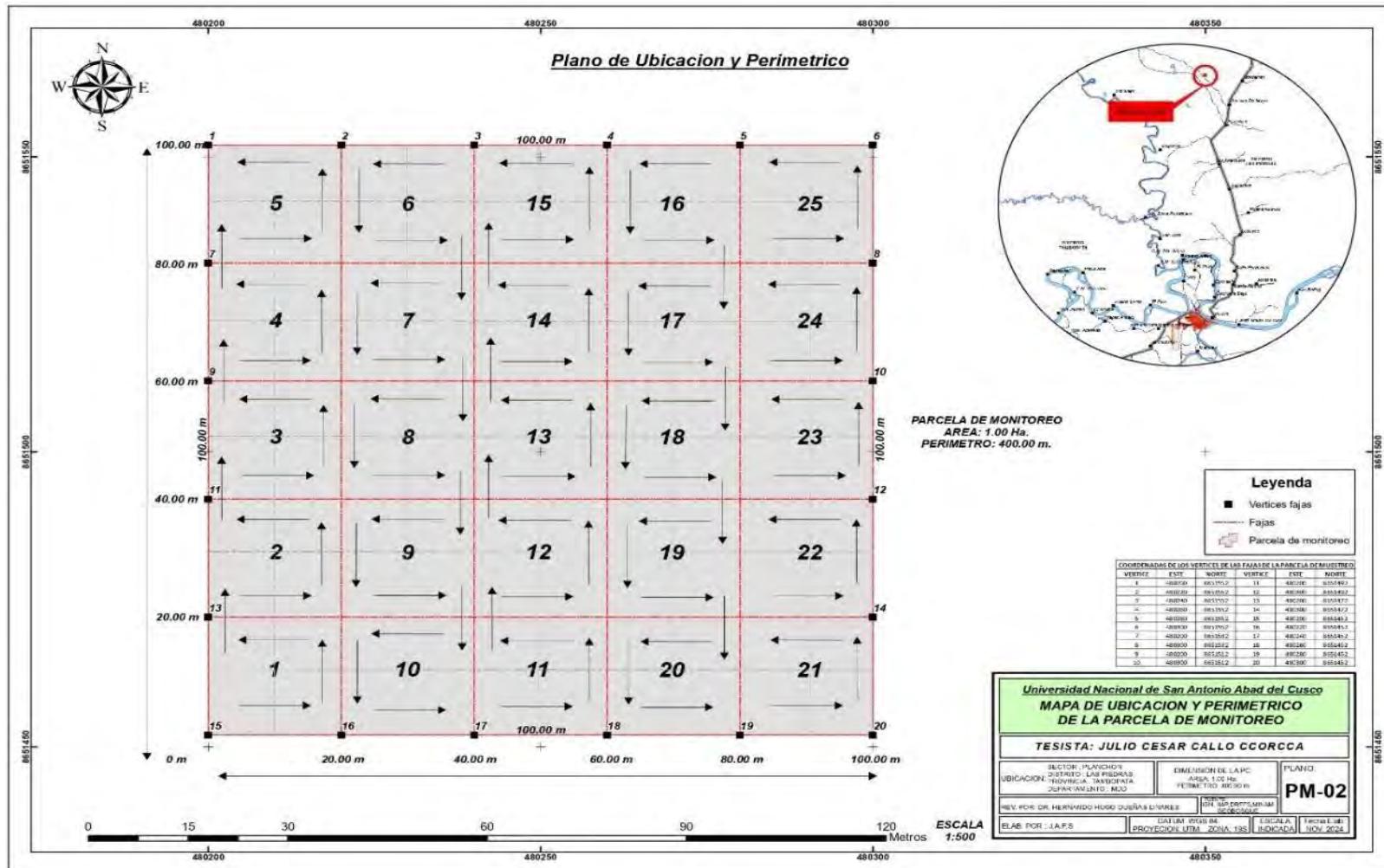


Figura 3. Diseño de parcela Permanente de Muestro, en el área de estudio. Ecosistema Aguajal Mixto en el Distrito de Las Piedras. Crédito foto: Julio Callo Ccorcca, octubre, 2024.

### 3.9.1. Criterios para Justificar el Tamaño de Muestra de 1 Hectárea

Estos criterios se pueden organizar en tres bloques: 1) Criterios Científico-Estadísticos, 2) Criterios Logístico-Metodológicos, y 3) Criterios Específicos del Ecosistema.

- a) **Criterios Científico-Estadísticos (Homogeneidad y Representatividad)**
  - ✓ **Homogeneidad del Ecosistema:** El aguajal mixto, aunque antropizado, se considera una unidad ecológica relativamente homogénea en términos de fisonomía, composición florística dominante (presencia de *Mauritia flexuosa*, *Oenocarpus bataua*, etc.) y condiciones edafo-hidrológicas (suelos inundables o saturados de agua). En ecología forestal, una muestra grande es necesaria cuando la variabilidad interna del bosque es alta. Si el sistema es homogéneo, una parcela grande pero única puede ser representativa de todo el conjunto.
  - ✓ **Protocolos Internacionales Estándar:** El uso de una parcela de 1 ha está avalado por redes de investigación globales como RAINFOR (Amazon Forest Inventory Network). Estos protocolos están diseñados específicamente para capturar la diversidad y estructura de bosques tropicales, que son ecosistemas de alta complejidad. La elección de este tamaño no es arbitraria; es el resultado de décadas de investigación que demuestran que 1 ha es el área mínima necesaria para capturar una proporción significativa de la diversidad de especies arbóreas en un tipo de bosque dado y para obtener estimaciones robustas de biomasa y carbono. Phillips, O. L., et al. (2009).
  - ✓ **Parámetros Poblacionales Estables:** Los índices de diversidad (Shannon, Simpson), la composición florística (familias, géneros, especies) y los parámetros estructurales (área basal, volumen) calculados en 1 ha son métricas estables y comparables a nivel internacional. Su valor no cambia significativamente añadiendo más hectáreas *dentro del mismo tipo de bosque*; lo que cambia es el

número de especies raras, pero los indicadores centrales se estabilizan.

**b) Criterios Logístico-Metodológicos (Viabilidad)**

- ✓ **Intensidad de Mano de Obra y Tiempo:** Como se detalla en su metodología (p. 59 del documento), el inventario de una parcela de 1 ha nueva requiere aproximadamente 48 personas-día. Inventariar una superficie mayor (p.ej., 10% de 11.26 ha = 1.13 ha) sería inviable en términos de tiempo, costo y recursos humanos para un estudio de maestría, sin aumentar significativamente la precisión de los estimados para los objetivos propuestos.
- ✓ **Calidad y Precisión de los Datos:** Un muestreo intensivo en una parcela grande permite una medición de muy alta calidad de cada individuo (DAP, altura, coordenadas, identificación botánica). Esto es cualitativamente superior a un muestreo extensivo pero superficial en muchas parcelas pequeñas dispersas, donde el error de medición y la identificación errónea podrían ser mayores.
- ✓ **Establecimiento de una Línea Base para Monitoreo Futuro:** La parcela de 1 ha, al ser "permanente", se convierte en un activo científico a largo plazo. Permite estudiar la dinámica forestal (crecimiento, mortalidad, reclutamiento) en el tiempo. Este valor añadido justifica la inversión en una parcela grande y bien medida, en lugar de varias parcelas temporales más pequeñas.

**c) Criterios Específicos del Ecosistema (Aguajal Antropizado)**

- ✓ **Enfoque en el "Estado Actual":** La investigación es descriptiva y busca caracterizar el estado actual de un aguajal que ha sido impactado (antropizado). La parcela de 1 ha es perfectamente adecuada para lograr este objetivo, ya que proporciona una descripción detallada y robusta de la composición y estructura en un punto específico en el tiempo.
- ✓ **Muestreo de Servicios Ecosistémicos:** Para los servicios de regulación (carbono) y aprovisionamiento (frutos), la biomasa y la producción de frutos se pueden extraer de manera confiable de 1

ha a las 11.26 ha, asumiendo que la densidad y productividad son relativamente constantes en todo el aguajal. El error inherente a esta extrapolación es aceptable dado el contexto del estudio y es una práctica común en ecología.

### **3.10. Técnica para la Selección de la Muestra**

La técnica empleada para seleccionar la ubicación de la parcela de 1 hectárea fue un **Muestreo No Aleatorio, por Juicio u Opinión (Judgmental Sampling)**, también conocido como **Muestreo por Criterios**. Elzinga, et al. (1998).

"La ubicación de la parcela de muestreo se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por juicio, una técnica aceptada en ecología cuando el objetivo es estudiar en profundidad una población específica que cumple con criterios definidos, en lugar de hacer inferencias estadísticas sobre una población más amplia (Elzinga et al., 1998)."

**Definición:** Esta técnica consiste en que el investigador selecciona la muestra basándose en su conocimiento experto y en criterios predefinidos específicos para los objetivos del estudio. No busca la aleatorización estadística, sino la idoneidad para responder las preguntas de investigación.

#### **Criterios para su Justificación**

El uso de un muestreo no probabilístico por juicio se justifica plenamente en este contexto de investigación ecológica descriptiva. Estos son los criterios clave:

##### **a) Objetivo de la Investigación:**

El estudio busca **caracterizar en profundidad** un ecosistema específico (aguajal mixto antropizado), no generalizar resultados estadísticamente a todos los agujales de Madre de Dios. El foco está en la descripción detallada de **este aguajal** en particular, por lo que la selección de un sitio que mejor represente sus condiciones es primordial.

**b) Accesibilidad y Viabilidad Logística:**

Establecer una parcela permanente de 1 hectárea es un esfuerzo monumental que requiere semanas de trabajo intensivo. La ubicación debe ser de **acceso factible** para el equipo de investigación, permitiendo el transporte de equipos, la estadía prolongada y la seguridad del personal. Un muestreo aleatorio podría seleccionar una ubicación en medio de un terreno inundado impenetrable o lejos de cualquier punto de acceso, haciendo inviable el estudio.

**c) Homogeneidad y Representatividad del Ecosistema:** Kent, M. (2012).

El investigador debe asegurarse de que la parcela capture las **condiciones típicas** del aguajal mixto que se quiere estudiar. El muestreo por juicio permite evitar áreas atípicas como:

Bordes muy perturbados por carreteras o agricultura.

Zonas con cuerpos de agua muy grandes que no son representativas del bosque.

Áreas que han sufido perturbaciones recientes extremas (como tala rasa) que no reflejan el estado general del aguajal "antropizado" pero aún en pie.

"El diseño de muestreo se orientó a capturar las condiciones centrales y representativas del aguajal mixto antropizado, priorizando la idoneidad del sitio sobre la aleatorización, un enfoque recomendado para estudios que caracterizan un tipo de hábitat específico (Kent, 2012)."

**Criterios Ecológicos Predefinidos**

La selección se basó en criterios explícitos que garantizan la validez ecológica de la muestra:

- ✓ **Presencia Dominante de las Especies Clave:** La parcela debía estar dominada por *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua*, las especies definitorias del aguajal mixto.
- ✓ **Evidencia de Antropización:** Debía mostrar signos claros de impacto humano previo (como cicatrices de fuego, senderos, o árboles caídos

selectivamente) para cumplir con el objeto de estudio de ser un aguajal "antropizado".

✓ **Estado de Conservación:** El área seleccionada debía ser un bosque en pie, no un área completamente deforestada, para poder medir su diversidad y servicios ecosistémicos actuales.

✓ **Establecimiento de una Línea Base para Monitoreo:**

Al ser una parcela *permanente*, su ubicación no es aleatoria sino estratégica. Se elige un lugar que se prevee que permanecerá accesible y será posible re-medir en el futuro (evitando, por ejemplo, zonas con alta presión de deforestación inminente), permitiendo estudios longitudinales de la dinámica forestal. Phillips, *et. al.*, (2009).

"La ubicación de la parcela de 1 ha se eligió para representar la condición típica del aguajal mixto, evitando bordes y perturbaciones extremas, un criterio alineado con los protocolos para establecer parcelas permanentes que buscan monitorear la dinámica forestal a largo plazo (Phillips *et al.*, 2009)."

#### **Limitación y Conclusión:**

Es importante reconocer la limitación: Los resultados no son estadísticamente inferibles a todos los aguajales de la región. Sin embargo, para los objetivos de un estudio de caso descriptivo y profundo de un aguajal específico, el muestreo por juicio es la técnica más apropiada, eficiente y científicamente sólida. La fortaleza del estudio reside en la calidad y profundidad de los datos recogidos en una unidad de muestreo que representa de manera fidedigna el ecosistema en cuestión.

### 3.11. Técnicas de Recolección de Información en Campo

Tabla 3. Se presenta la matriz para la recolección de información.

Variable/Dato	Técnica de Recolección	Instrumento/Equipo	Descripción del Procedimiento	Referencias Bibliográficas
Composición Florística y Estructura (DAP $\geq$ 10 cm)	Inventario Forestal Censal	Cinta diamétrica, GPS, brújula, clinómetro, placas de identificación, formularios de campo.	Se estableció una parcela permanente de 1 ha (100x100 m). Cada individuo con DAP $\geq$ 10 cm fue medido, identificado, marcado con una placa y georreferenciado (coordenadas X, Y dentro de la parcela). Se midió DAP, altura total y comercial.	Phillips et al. (2009) - RAINFOR field manual.
Identificación Botánica	Recolección de Muestras Botánicas (Voucher)	Tijeras de podar, prensa botánica, alcohol, papel periódico, cuaderno de campo.	Para especies no identificables en campo, se recolectaron muestras de ramas, hojas, flores y/o frutos. Estas muestras fueron prensadas, secadas y posteriormente identificadas por un especialista (taxónomo).	Bridson & Forman (1999) - The Herbarium Handbook.
Biomasa y Carbono	Medición de Variables dasométricas	Cinta diamétrica, clinómetro, densímetros (para un subconjunto de especies).	Los datos de DAP y altura de cada árbol, recolectados en el inventario forestal, fueron la materia prima para aplicar ecuaciones alométricas. La densidad de la madera ( $\rho$ ) se obtuvo de bases de datos globales (e.g., Global Wood Density Database).	Chave et al. (2014) - Global Change Biology.
Producción de Frutos de Aguaje	Censo y Medición Directa	Balanza, GPS, flexómetro.	Se identificaron y georreferenciaron todas las palmeras de <i>Mauritia flexuosa</i> en producción dentro de la parcela. Se registró el peso total de racimos seleccionados y el peso de los	Flores & Vásquez (2002) - Aguaje: Manejo sostenible y conservación.

Variable/Dato	Técnica de Recolección	Instrumento/Equipo	Descripción del Procedimiento	Referencias Bibliográficas
			frutos por racimo para calcular un factor de conversión y estimar la producción.	
Percepción Comunitaria	Encuesta con Cuestionario Estructurado	Cuestionario físico o digital (Kobo Toolbox, ODK).	Se aplicó un cuestionario con preguntas cerradas (escala Likert) y algunas abiertas a una muestra representativa de la población local para evaluar su percepción y valoración de los servicios ecosistémicos.	Hernández-Sampieri & Mendoza (2018) - <i>Metodología de la investigación.</i>
Georreferenciación y Contexto	Cartografía y Observación Directa	GPS de alta precisión, imágenes satelitales.	Se georreferenció la ubicación de la parcela y se realizaron observaciones generales del estado de conservación y evidencias de antropización (senderos, árboles caídos, etc.).	Jensen (2005) - <i>Introductory Digital Image Processing.</i>

Para nuestra investigación sobre el aguajal mixto antropizado, en la localidad de Planchon, distrito Las Piedras; las técnicas de recolección datos fueron:

**a) Diseño de la Parcela Permanente de Muestreo: Inventario forestal:** Se realizaron inventarios forestales en agujales del distrito de La Piedras, con la ayuda de pobladores de la zona y un equipo especializado. Esto incluyó la identificación de especies, cantidad y distribución de los árboles, y la evaluación de composición y estructura del bosque, en base a diferentes protocolos que describimos a continuación: (Figura 3)

- ✓ Reconocimiento del área de estudio: Ubicado en la localidad de Planchón, distrito de las Piedras; a 30 km, en la carretera Interoceánica margen izquierda, rumbo a la frontera con Brasil. (Ver Anexo 6).
- ✓ Materiales, equipos y aparatos de campo para la medición de los diferentes variables, dimensiones e indicadores y el equipo de investigación. (Ver Anexo 7)
- ✓ Establecimiento de una parcela permanente y subparacelas de monitoreo (PPM) en el aguajal, de acuerdo al protocolo de “RAINFOR”, (Oliver Phillips, *et.al.* 2009). Se siguió el siguiente criterio para establecer la parcela y la toma de datos en el campo: (Ver Anexo 8).
  - Localización.
  - Posición.
  - Tiempos de medición.
  - Orientación.
  - Forma.
  - Tamaño.
  - Topografía.
  - Visibilidad-
  - Colocación de cuerdas en la parcela.
  - Colocación de placas en los árboles.
  - Medición de los árboles.

- Medición de las lianas.
  - Altura del tronco principal y altura total del árbol
  - Mediciones de la densidad de la madera.
  - Colección botánica. (Ver Anexos, 9, 10, y 11)
- ✓ En resumen, deben ser registrados los detalles siguientes:
- **Árboles:**
    - Las coordenadas X e Y
    - La forma del tronco
    - Número de subparcelas
    - Escalera, o cámara digital utilizados.
    - Diámetro a altura de referencia (DRH), generalmente 1.3 m
    - POM, si es diferente a 1.3m
- ✓ Todas las mediciones de árboles con “contrafuertes” tienen que registrarse en una sola línea de la hoja de datos a fin de agilizar la conversión de datos del área basal (AB) y realizar un seguimiento de las tasas de mortalidad de cada tronco, entre otra información. En el caso de árboles con varios troncos, las mediciones deben registrarse en separadas líneas. Las mediciones que se realizan con cámara digital deben documentarse en separadas hojas, codificados de acuerdo con las hojas de campo originales.
- **Lianas:**

Se evaluaron características relacionadas con las lianas, como los árboles con lianas en el dosel, los árboles más afectados por ellas, y diversos diámetros. Entre estas mediciones destacan: el diámetro a 1.3 m a lo largo del tallo, el diámetro vertical a la misma altura, y el diámetro máximo por debajo de los 2.5 m.

- **Sub-parcela**

En la sub-parcela se registraron diversos aspectos relacionados con los árboles caídos, como su posición topográfica, profundidad de la raíz más profunda y características de la raíz principal, incluyendo su diámetro y especie. También se diseñó un mapa de ubicación de los árboles, considerando elevación, coordenadas (latitud/longitud), y marcas locales para facilitar la reubicación. Además, se evaluaron la orientación de los límites de la parcela, pendientes en las sub-parcelas, textura del suelo y drenaje, para un análisis integral del área.

- **Tiempo estimado y personal para una parcela nueva de 1,0 ha.**

Establecer y analizar una parcela nueva de 1,0 ha requiere un total aproximado de 48 personas-día. Las actividades incluyen la ubicación e instalación de la parcela, realizadas por 3-4 personas en 2 días; el etiquetado, medición y pintado de árboles, a cargo de 4 personas en 3 días; la medición de árboles grandes y alturas, que toma 1½ días con 2 personas; la topografía, realizada por 2 personas en ½ día; y la recolección botánica, que requiere 2-3 personas durante 10 días, considerando una diversidad alfa amazónica moderada de 150-200 especies por hectárea.

Puede necesitarse tiempo adicional para retrasos debidos a condiciones meteorológicas, interrupciones del equipo o factores imprevistos. La duración de la recolección botánica puede variar significativamente, influida por el número de especies, las condiciones meteorológicas, el estado físico del equipo y los conocimientos técnicos implicados. (Oliver Phillips, et.al. 2009)

- **Levantamiento de información en el campo:** Se efectuará levantamiento de información en una parcela de 1 ha. Colecciones

de los especímenes vegetales, para su posterior tratamiento taxonómico y identificación y análisis. (Oliver Phillips, et.al. 2009)

- **Análisis de imágenes satelitales:** Se utilizarán imágenes satelitales obtenidos del “Sistema de Información Geográfica (SIG)”, para localizar los lugares específicos de estudio.
- **Evaluación de biomasa y carbono:** Se evaluó la biomasa y la captura de carbono en los agujales del distrito Las Piedras.
- **Estimación de biomasa de un árbol sobre el suelo**

La biomasa sobre tierra («AGB») de cada árbol se estimará utilizando su diámetro (D) y el peso específico de la madera ( $\rho$ ), aplicando un nuevo modelo alométrico desarrollado para árboles tropicales. Este modelo se deriva de los datos alométricos pantropicales disponibles para bosques tropicales de tierras bajas. (Chave et al. 2005):

$$\langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148\ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$$

Densidad de  
la madera

Chave et al. Oecologia (2005)

- **Documentación de tecnología tradicional:** Se registrarán las técnicas tradicionales de utilización de los recursos en los agujales, que abarcan la elaboración de criznejas con hojas de aguaje, el ahumado de carne de caza silvestre y la transformación de semillas, fibra, corteza y raíces en artesanías. Esta documentación se llevará a cabo mediante encuestas in situ.
- **Encuestas antropológicas:** Se realizaron encuestas antropológicas a los pobladores para recopilar información sobre la Valoración por comunidades locales: percepción de lo esencial de los “servicios ecosistémicos”. Nivel de dependencia económica y

social de los recursos del aguajal, usos y valores culturales de los aguajales. (Aplicación de cuestionarios, utilizando la Escala de Likert, in situ (Ver Anexos 4 y 5)

El papel de los aguajales en la economía de la región, así como su localización y extensión espacial, se evaluaron mediante el uso de técnicas de teledetección. La información se recopiló mediante entrevistas directas utilizando un cuestionario estructurado según la escala de Likert.

A fin de calcular el tamaño de nuestra muestra, como es el caso del distrito de Planchon con 330 habitantes, utilizamos la fórmula adecuada. Aquí se presenta el cálculo y la explicación detallada.

#### **Fórmula para el Cálculo del Tamaño de Muestra en una población finita**

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(E^2 \cdot (N - 1)) + (Z^2 \cdot p \cdot (1 - p))}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población (330 en este caso)

Z = nivel de confianza deseado (por ejemplo, 1.96 para un 95% de confianza)

p = proporción (se suele usar 0.5)

E = margen de error tolerado 0.05 o 5%

#### **Ejemplo de Cálculo**

Para un nivel de confianza del 95% ( $Z=1.96$ ), una proporción estimada  $p=0.5$ , y un margen de error de  $E= 0.05$

**Sustituyendo los valores en la fórmula:**

$$n = \frac{330 \cdot (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}{(0.05^2 \cdot (330 - 1)) + (1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5))}$$

**2. Calculando los términos:**

- $Z^2 = (1.96)^2 = 3.8416$
- $E^2 = (0.05)^2 = 0.0025$

**3. Sustituyendo estos valores:**

- Numerador:

$$330 \cdot 3.8416 \cdot 0.5 \cdot 0.5 = 330 \cdot 3.8416 \cdot 0.25 = 330 \cdot 0.9604 = 316.93$$

- Denominador:

$$(0.0025 \cdot 329) + (3.8416 \cdot 0.25) = (0.8225) + (0.9604) = 1.7829(0.0025 \cdot 329)$$

**4. Calculando el tamaño de la muestra:**

$$n = \frac{316.93}{1.7829} \approx 177.33$$

Dado que no se puede tener una fracción de una muestra, redondeamos al número entero más cercano:

Tamaño de la muestra ( $n$ )  $\approx 177$

### 3.12. Técnicas de análisis e interpretación de la información.

Tabla 4. Matriz de Técnicas de Análisis e Interpretación por Objetivo

Objetivo Específico	Técnicas de Análisis (Procesamiento)	Técnicas de Interpretación	Referencias Bibliográficas (APA 7ma Edición)
1. Determinar la composición florística, estructura y diversidad.	<p><b>Estadística Descriptiva:</b> Cálculo de totales, promedios y proporciones para riqueza (S), abundancia (Nº ind.), frecuencia y dominancia relativa.</p> <p><b>Índices de Diversidad Alpha:</b> Cálculo del Índice de Shannon-Wiener (<math>H'</math>), Índice de Simpson (1-D), Índice de Equitatividad de Pielou (<math>J'</math>), Índice de Fisher Alpha (<math>\alpha</math>).</p> <p><b>Cálculo del IVI:</b> IVI = Abundancia Relativa + Frecuencia Relativa + Dominancia Relativa.</p>	<p><b>Comparación con literatura:</b> Contrastar los valores de riqueza (S) y diversidad (<math>H'</math>, <math>\alpha</math>) con los de otras parcelas en la Amazonía para contextualizar los resultados.</p> <p><b>Análisis estructural:</b> Interpretar la distribución de clases diamétricas (e.g., predominio de individuos en clases pequeñas sugiere un bosque joven o bajo presión de regeneración).</p> <p><b>Importancia ecológica:</b> Analizar el IVI para identificar las especies estructuralmente más importantes (keystone species) y discutir su rol en el ecosistema.</p>	<p><b>Magurran, A. E.</b> <b>(2004). <i>Measuring biological diversity</i>.</b> Blackwell.</p> <p><b>Moreno, C. E.</b> <b>(2001). <i>Métodos para medir la biodiversidad</i>.</b> M&amp;T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1.</p> <p><b>Kent, M. (2012). <i>Vegetation description and data analysis: A practical approach</i> (2nd ed.). Wiley-Blackwell.</b></p>
2. Cuantificar la biomasa aérea y el stock de carbono.	<p><b>Ecuaciones Alométricas:</b> Aplicación de la ecuación pantropical de Chave et al. (2014) para estimar la biomasa por individuo: <math>AGB = 0.0673 * (pD^2H)^{0.976}</math>.</p> <p><b>Factores de Conversión:</b> Carbono = Biomasa * 0.47 (IPCC, 2006).</p> <p><b>Estadística Descriptiva:</b> Sumatoria y promedios de biomasa (Mg/ha) y</p>	<p><b>Contextualización del servicio ecosistémico:</b> Comparar los valores de carbono con los de otros tipos de bosque (e.g., bosques primarios, secundarios, pastizales) para resaltar su valor en la mitigación del cambio climático.</p> <p><b>Identificación de especies clave:</b> Resaltar las especies que más contribuyen al stock de carbono y discutir su importancia para estrategias de conservación y REDD+.</p> <p><b>Extrapolación cautelar:</b> Estimación del</p>	<p><b>Chave, J., et al.</b> <b>(2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees.</b> <i>Global Change Biology</i>, 20(10), 3177-3190.</p> <p><b>IPCC. (2006).</b> *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4*. IGES.</p>

Objetivo Específico	Técnicas de Análisis (Procesamiento)	Técnicas de Interpretación	Referencias Bibliográficas (APA 7ma Edición)
	carbono (Mg C/ha) por especie y para la parcela.	carbono total para las 11.26 ha, explicitando los supuestos y limitaciones de esta proyección.	
<b>3. Estimar la producción de frutos de aguaje.</b>	<b>Estadística Descriptiva:</b> Cálculo de la producción promedio por palmera (kg/palmera) y por hectárea (kg/ha). <b>Extrapolación:</b> Producción total = Producción promedio/ha * 11.26 ha.	<b>Valoración del servicio de aprovisionamiento:</b> Cuantificar el recurso alimenticio disponible para la fauna silvestre y el potencial económico para las comunidades locales. <b>Análisis de sostenibilidad:</b> Discutir la relación entre la estructura poblacional (e.g., número de hembras productivas, distribución de edades) y la oferta continua del servicio.	<b>Henderson, A.</b> (2002). <i>Evolution and ecology of palms</i> . New York Botanical Garden Press. <b>Mendoza, E., &amp; Jácome, J.</b> (2018). Producción y aprovechamiento de <i>Mauritia flexuosa</i> L.f.: Revisión sistemática. <i>Bioagro</i> , 30(2), 79-92.
<b>4. Evaluar la percepción y valoración de la comunidad local.</b>	<b>Estadística Descriptiva:</b> Cálculo de frecuencias y porcentajes para cada ítem de la encuesta (escala Likert). <b>Análisis de Consenso:</b> Identificar el grado de acuerdo/desacuerdo general en la comunidad mediante el porcentaje de respuestas en las categorías "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo".		

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Presentación de resultados. procesamiento, análisis e interpretación de resultados en función de los objetivos**

Damos a conocer los hallazgos de nuestra investigación cuyo objetivo general es: “Caracterizar la diversidad vegetal y cuantificar los servicios de regulación climática (captura de carbono) y de aprovisionamiento (producción de frutos) del aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, distrito Las Piedras, Madre de Dios.”

Los resultados se organizan en base al objetivo general y objetivos específicos de manera clara y objetiva, en tablas y figuras referente a la variable diversidad vegetal y la variable servicios ecosistémicos, con una breve interpretación en cada caso.

La metodología y diseño se explicó la sección correspondiente, Sin embargo, es necesario señalar que la evaluación del bosque aguajal mixto en la localidad de Planchón, Distrito Las Piedras, se realizó en base a metodologías estandarizadas a nivel mundial, La evaluación de 1 hectárea de aguajal mixto, fue de una muestra de una parcela de 100 m x 100m, dividido en 25 subparcelas de 20m x 20 m, respectivamente, cuyo diseño fue tomado de (RAINFOR, 2012). Todas las dimensiones y variables, fueron en base a indicadores que se señalan en la sección anexos, en la matriz de consistencia. Se utilizó pruebas estadísticas descriptivas para el cálculo de las diferentes variables y dimensiones utilizando el Software SPSS.

De igual manera para evaluar la variable dependiente, servicios ecosistémicos: Servicios de regulación: Biomasa aérea acumulada en el bosque y stock de carbono almacenado; se siguió metodologías estandarizadas, que se explicó en el capítulo correspondiente, utilizando ecuaciones alométricas y determinar «la valoración de la Percepción de la importancia de los servicios ecosistémicos» en el ecosistema aguajal se utilizaron instrumentos de evaluación (ver anexos), a través de una

muestras representada por 200 poblado encuestados de la población de Planchón. Se utilizó estadística descriptiva utilizando el software SPSS.

#### **4.1. De la riqueza, abundancia e índices de diversidad específica en 1 hectárea de bosque aguajal mixto**

##### **4.1.1. Riqueza de especies.**

La tabla 5 muestra el análisis de comparación de los índices de riqueza, abundancia y diversidad de especies para 22 parcelas de 1 hectárea: En la parcela del Bosque Aguajal Mixto-Planchón, Distrito de Las Piedras se determinó 97 especies/ha; En la parcela Manu\_4 se determinó 197 especies/ha; en la parcela Manu\_2 se determinó 183 especies/ha; en la parcela del IIAP se determinó 174 especies/ha. Conforme al resultado se tiene que la parcela del Manu\_4 presenta alto índice de riqueza seguida por la parcela Manu\_02, y las parcelas que menor índice de riqueza presentaron fueron la parcela de Cuzco Amazónico (1, 2 y 3), (Ver Anexo 10). De análisis se infiere que esta alta diversidad de especies/ha es que son diferentes tipos de bosques distribuidos la Provincia del Manu y Tambopata, de la región de Madre de Dios, y el Bosque de Aguajal Mixto, ubicado en la Localidad de Planchón, distrito Las Piedras, Provincia de Tambopata). La diferencia entre nuestra área de estudio y las 21 parcelas de Manu y Tambopata, es que la mayoría de éstas se encuentran en el «Parque Nacional del Manu, la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, que son Áreas Naturales Protegidas por el Estado», en comparación con la parcela de 1ha del Bosque Aguajal Mixto de Planchón, que se encuentra en un área con presencia de diferentes actividades antropogénicas (actividades forestales, agrícolas y de ganadería), y éstas áreas son sometidas a una presión fuerte por la población.

*Tabla 5. Riqueza y Abundancia e índices de diversidad de 21 parcela de 1 ha en Madre de Dios*

Parcela	Número de especies/ha	Número de Individuos/ha	Shannon H	Fisher alpha
CHONTA	133	404	4.52	69.16
CUZ-01	130	434	4.17	62.90
CUZ-02	133	556	3.92	55.38
CUZ-03	134	504	4.10	59.67
CUZ-04	157	602	4.34	69.04
IIAP	174	503	4.67	94.23
ITA I	119	506	3.74	49.05
ITA II	135	570	4.17	55.88
MANU_01	147	604	4.21	61.87
MANU_02	183	622	4.43	87.39
MANU_03	140	597	3.67	57.60
MANU_04	197	620	4.60	99.63
MANU_05	156	684	4.16	63.13
MANU_06	147	622	4.19	60.77
TAM-01	173	616	4.04	79.95
TAM-02	191	677	4.23	88.55
TAM-05	162	532	4.51	79.34
TAM-06	188	661	4.21	87.65
TAM-07	152	509	4.27	73.38
TAM-08	142	515	4.33	64.80
TAM-09	173	552	4.45	86.58
PLANCHÓN	97	749	4.00	20.30

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

La tabla 5 ilustra que los valores de abundancia y riqueza de especies para las 22 parcelas son generalmente consistentes con los encontrados en otros estudios amazónicos (Pitman et al., 2003; Dueñas et al., 2009; Dueñas et al., 2012), a excepción de las parcelas de “Yanamono”, que reportaron una riqueza de 300 especies/ha y “Allpahuayo” con 289 especies/ha. Estas cifras son significativamente mayores a los resultados de la investigación en la zona de Planchón, distrito de Las Piedras, Madre de Dios. Lo que significa que en la Amazónica del Norte del Perú la riqueza de especies es alta, disminuyendo gradualmente hacia el sur (Gentry, 1988a).

Además, se revela que la riqueza de especies para las 22 parcelas de 1ha se da en 4 tipos de bosques, donde las parcelas de “tierra firme del alto Purus” registra por hectárea 102 a 158 especies (Pitman et al.,

2003), datos similares registró Vela (2007) en una parcela de “Rio Amigos” 126 a 169 especies/ha; en la parcela ITA se registro 119 a 135 especies /ha similar a las 118 especies/ha reportadas para la parcela Chalalán en el norte de la Amazonia central (Silman et al., 2005), no obstante en la parcela de Tahuamanu disminuye la riqueza con valores de 86 a 139 especies/ha (Dueñas et al., 2009).

Daly y Silveira, (2008), reportaron que 4 parcelas de los bosques de Acre (Brasil), registran 178 especies/ha con un rango de 123 a 212 especies/ha para árboles que poseen un DAP  $\geq 10$  cm. Estos valores son muy similares a los de nuestras parcelas de Chonta y del IIAP, pero inferiores a los encontrados en las parcelas de Manu y Tambopata. Sin embargo, la riqueza de especies en Acre (Brasil) es mayor que en el Alto Purús (Pitman et al., 2003).

#### **4.1.2. Abundancia**

En el presente estudio de 1 parcela de Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Madre de Dios; de 1 hectárea, se reportaron 749 árboles (DAP  $> 10$  cm), distribuidos en 31 familias, 72 géneros y 97 especies.

Mientras que se ha reportado que para 21 parcelas de 1ha en la Provincia del Manu y Tambopata, y en diferentes tipos de bosques y altitudes, se han reportado 11 890 árboles cuyo DAP es mayor 10 cm, las cuales se asocian en 83 familias, 335 géneros y 1064 especies (Tabla 6).

Tabla 6. Valores comparativos de abundancia y riqueza en diferentes parcelas de la Amazonía.

Parcelas	Altitud (m)	Abundancia Individuo/ha	Riqueza Nº Especie/ha
CHONTA-IIAP*	190	404-593	133-174
CUZ**	190	434-602	130-157
TAMB**	211	509-677	142-191
MANU***	348	597-684	147-197
Inka Terra*	160	506-570	119-135
Yanamono****	140		300
Allpahuayo****	150		289
Chalalan*****	400		118
Santa Rosa+	220	531	174
Alto Purús++	298	510-678	434(102-158)
Acre, Brasil+++	235	431-753	123-212
Tahuamanu++++	260	370-500	250(86-139)
Rio Amigos+++++	260		126-169
Planchón, Las Piedras+++++	263	749	97

Parcelas Tamb\*(Dueñas, et al. 2014) Parcelas RAINFOR\*\* (ForestNet.Plo, 2015), parcelas TEAM\*\*\* (Data Team, 2015).

Parcelas Alto Purus(Pitman, et.al.2003)++, Parcelas Norte peruano (Gentry, 1988a, 1998b)\*\*\*\*

Parcelas Norte Boliviano (Silman et.al, 2005)\*\*\*\*\*

Parcela Santa Rosa, Inambari (Dueñas, et al. 2012)+

Parcelas Alto Purús (Pitmam, et al. 2003)++

Parcelas ACRE, Brasil (Daly & Silveira, 2008)+++

Parcelas Tahuamanu (Dueñas, et al. 2008)++++

Parcelas Rio Amigos (Vela, 2008)+++++

Parcela Planchón, Las Piedras++++++

Fuente: Elaboración propia en base a información secundaria de campo, 2024

Los rangos de abundancia en 1 ha de Bosque Agujal Mixto varían entre 17 individuos/400 m<sup>2</sup>), en la subparcela 21, y 50 individuos/400 m<sup>2</sup>), en la subparcela 1; con un promedio de 57.62/h, y un total de 749 individuos/ha, valores relativamente altos con otras parcelas de 1 ha para el departamento de Madre de Dios.

Estudios previos en Manu y Tambopata han reportado rangos de abundancia de 404 ind/ha a 684 ind/ha. En las parcelas del Manu, la mayor abundancia se observó en la parcela MANU\_05 (684 ind/ha), seguida de las parcelas TAM\_02 con 677 ind/ha. Por otro lado, las parcelas con menor abundancia se localizaron en CHONTA (404 ind/ha) y CUZ\_01 (434 ind/ha). Nuestros resultados son relativamente superiores a los reportados para el Alto Purús (Pitman et al., 2003), donde las parcelas de tierra firme de 1 ha con un DAP  $\geq 10$  cm tenían una media de 574 ind/ha, oscilando entre 510 y 678 ind/ha.

#### 4.1.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD ESPECÍFICA

*Tabla 7. Riqueza, Abundancia e índices de diversidad para una hectárea de bosque Aguajal-. Mixto*

Subparcelas	Riqueza	Abundancia	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Fisher_alpha
1	14	50	0.2082	0.7918	2.035	6.456
2	13	34	0.1462	0.8538	2.276	7.691
3	9	34	0.1961	0.8039	1.884	3.996
4	10	33	0.142	0.858	2.125	4.88
5	15	33	0.09091	0.9091	2.605	10.61
6	22	36	0.03651	0.9635	3.223	24.03
7	14	34	0.123	0.877	2.439	8.902
8	11	25	0.1133	0.8867	2.313	7.504
9	15	39	0.17	0.83	2.291	8.924
10	12	30	0.1034	0.8966	2.414	7.413
11	11	28	0.1799	0.8201	2.123	6.677
12	15	29	0.05665	0.9433	2.79	12.5
13	10	28	0.1455	0.8545	2.143	5.565
14	9	21	0.2048	0.7952	1.963	5.966
15	12	27	0.08262	0.9174	2.495	8.278
16	16	41	0.1183	0.8817	2.495	9.651
17	15	29	0.1034	0.8966	2.596	12.5
18	11	21	0.08095	0.919	2.466	9.332
19	9	23	0.1186	0.8814	2.165	5.443
20	16	32	0.07258	0.9274	2.75	12.73
21	8	17	0.2206	0.7794	1.897	5.898
22	10	24	0.1377	0.8623	2.174	6.436
23	10	32	0.1855	0.8145	1.974	4.993

24	19	28	0.06614	0.9339	3	25.99
25	17	21	0.01905	0.981	3.161	41.59
<b>Total</b>	<b>323</b>	<b>749</b>	<b>3.12191</b>	<b>21.8781</b>	<b>59.797</b>	<b>263.955</b>
<b>Promedio</b>	<b>24.85</b>	<b>57.62</b>	<b>0.24</b>	<b>1.68</b>	<b>4.60</b>	<b>20.30</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>3.42</b>	<b>7.09</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.37</b>	<b>8.21</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

### a) Índice de dominancia de simpson (dominance\_d) Análisis de valores (Tabla 7)

#### Rango de Valores

Los valores del índice varían desde 0.01905 (subparcela 25) hasta 0.2206 (subparcela 21)

- Valores bajos (por ejemplo, < 0.3) indican alta diversidad, lo que sugiere que las especies están distribuidas de manera más equitativa en la comunidad.
- Valores altos (por ejemplo, > 0.5) indican dominancia de una o pocas especies, lo que puede sugerir una comunidad menos diversa.

#### Análisis General

- La media calculada del índice es aproximadamente 0.24, lo que sugiere que, en general, las comunidades tienen una diversidad moderada.
- Un valor de 0.01905 (subparcela 25) hasta (el más bajo) indica una comunidad con alta diversidad, donde ninguna especie domina significativamente.
- Por otro lado, un valor de 0.2206 (subparcela 21) (el más alto) indica que hay una especie dominante en esa subparcela, lo que podría ser un signo de una comunidad menos saludable o más vulnerable a perturbaciones.

#### Implicaciones Ecológicas

- Comunidades con índices bajos (como < 0,3) son generalmente más resilientes y estables ante cambios ambientales, ya que dependen de una mayor variedad de especies para mantener su funcionamiento.
- Comunidades con índices altos (como > 0,5) pueden ser más susceptibles a cambios en el entorno o a la extinción de especies

dominantes, lo que podría llevar a un colapso en la estructura del ecosistema.

### **Conclusiones Prácticas**

- La variabilidad observada en los índices sugiere que hay diferencias significativas en la biodiversidad entre las subparcelas estudiadas.
- Es importante monitorear estos índices a lo largo del tiempo para evaluar el impacto de factores externos como el cambio climático, la contaminación o la intervención humana en estos ecosistemas.
- Los resultados pueden guiar estrategias de conservación y manejo ambiental para promover la biodiversidad y la salud ecológica.

#### **b) Índice de diversidad de simpson**

Con los datos proporcionados para el índice de diversidad de Simpson complementario (Simpson\_1-D), podemos realizar una interpretación en el contexto de la biodiversidad de las comunidades estudiada

#### **Análisis de los Valores (Tabla 7)**

##### **Rango de Valores**

Los valores del índice Simpson\_1-D varían desde 0.7794 (subparcela 21) hasta 0.981 subparcela (25):

- Valores cercanos a 1 indican baja diversidad, lo que sugiere que una o pocas especies dominan la comunidad.
- Valores más bajos (por ejemplo, < 0,5) indican una mayor diversidad, donde las especies están distribuidas de manera más equitativa.

##### **Interpretación General**

- Un valor de Simpson\_1-D = 0.7794 indica que la comunidad tiene una alta diversidad, lo que significa que no hay una especie dominante y que las especies están distribuidas de manera más equitativa.
- En contraste, un valor de Simpson\_1-D = 0.981 sugiere una alta dominancia por una o pocas especies, lo que podría indicar un ecosistema menos saludable o más vulnerable a perturbaciones.

## Distribución y Dominancia

- La mayoría de los valores se sitúan entre 0.7794 y 0.858, lo que indica que las comunidades analizadas tienen una diversidad moderada.
- Los valores más altos (como > 0,9) pueden ser preocupantes, ya que indican un alto nivel de dominancia, sugiriendo que algunas especies podrían estar desplazando a otras.

## Implicaciones Ecológicas

### Salud del Ecosistema:

- Comunidades con un índice bajo (cercano a 1) pueden ser menos resilientes ante cambios ambientales o perturbaciones, ya que dependen en gran medida de unas pocas especies.
- Comunidades con un índice alto (cercano a 0) son generalmente más estables y pueden adaptarse mejor a cambios en el entorno.

### Monitoreo y Conservación:

- Monitorear estos índices a lo largo del tiempo es esencial para evaluar la salud del ecosistema y determinar el impacto de factores, así como la intervención humana y el cambio climático.
- Identificar áreas con alta dominancia puede ayudar a implementar estrategias de conservación para promover la biodiversidad.

## Conclusiones

El índice Simpson\_1-D proporciona información valiosa sobre la estructura y salud de las comunidades ecológicas analizadas:

- Un índice medio sugiere una mezcla equilibrada entre dominancia y diversidad.
- La presencia de valores extremos indica áreas donde se requiere atención especial para conservar la biodiversidad.

### c) Índice de diversidad de shannon-wiener

Los valores del índice son los siguientes:

## Análisis General (Tabla 7)

### Rango de Valores

Los valores del Índice de Shannon oscilan entre 3.161 (subparcela 25) y 1.897 (subparcela 21)

- Un valor bajo (por ejemplo, < 1) indica una baja diversidad, lo que sugiere que existe pocas especies en la comunidad.
- Un valor más alto (por ejemplo, > 2) sugiere una mayor diversidad, donde las especies están distribuidas de manera más equitativa.

### Interpretación Específica

- El valor más bajo, 1.897 (subparcela 21), indica que en esa subparcela hay una baja diversidad, lo que significa que probablemente una especie es dominante y las demás están presentes en cantidades mucho menores.
- En contraste, el valor más alto, 3.161 (subparcela 25), sugiere que esa subparcela tiene una alta diversidad, con múltiples especies contribuyendo de manera equitativa a la comunidad.

### Distribución General

- La mayoría de los valores se sitúan entre 1 y 2, lo que indica que las comunidades analizadas tienen una diversidad moderada.
- Valores cercanos a 3 indican que hay un número razonable de especies presentes, pero puede haber cierta dominancia.

## Implicaciones Ecológicas

### Salud del Ecosistema

- Comunidades con un índice bajo pueden ser menos resilientes ante cambios ambientales o perturbaciones, ya que dependen en gran medida de unas pocas especies.
- Comunidades con un índice alto son generalmente más estables y pueden adaptarse mejor a cambios en el entorno.

## **Monitoreo y Conservación**

- Monitorear estos índices a lo largo del tiempo es esencial para evaluar la salud del ecosistema y determinar el impacto de factores, así como la intervención humana y el cambio climático.
- Identificar áreas con alta dominancia puede ayudar a implementar estrategias de conservación para promover la biodiversidad.

## **Conclusiones**

El Índice de Diversidad de Shannon proporciona información valiosa sobre la estructura y salud de las comunidades ecológicas analizadas:

- Un índice medio sugiere un equilibrio entre dominancia y diversidad.
- La presencia de valores extremos indica áreas donde se requiere atención especial para conservar la biodiversidad.

Este análisis ayuda a comprender cómo se distribuyen las especies dentro de un ecosistema y su capacidad para resistir cambios ambientales, lo cual es crucial para ecólogos y conservacionistas al evaluar la salud y estabilidad del ecosistema estudiado.

### **d) Índice de diversidad de alpha-fisher**

Los datos que se ha encontrado para el Índice de Diversidad de Fisher son los siguientes:

#### **Análisis General (Tabla 7)**

#### **Rango de Valores**

- Los valores del índice oscilan entre 1.617 y 14.56.
- Un valor bajo (por ejemplo, < 2) indica una baja diversidad, sugiriendo que la comunidad tiene pocas especies.
- Un valor más alto (por ejemplo, > 5) indica una mayor diversidad, donde hay un número significativo de especies presentes y distribuidas equitativamente.

#### **Interpretación Específica**

- El valor más bajo, 3.996 (subparcela 3), sugiere que en esa subparcela hay una baja diversidad, lo que significa que probablemente una especie

es dominante y las demás están presentes en cantidades mucho menores.

- En contraste, el valor más alto, 41.59 (subparcela 25), indica que esa subparcela tiene una alta diversidad, con múltiples especies contribuyendo de manera equitativa a la comunidad.

### **Distribución General**

- La mayoría de los valores se sitúan entre 6 y 10, lo que indica que las comunidades analizadas tienen una diversidad moderada.
- Valores superiores a 12 (como 25.995 y 41.59) son indicativos de ecosistemas muy diversos con una rica variedad de especies.

### **Implicaciones Ecológicas**

#### **Salud del Ecosistema**

- Comunidades con un índice bajo pueden ser menos resilientes ante cambios ambientales o perturbaciones, ya que dependen en gran medida de unas pocas especies.
- Comunidades con un índice alto son generalmente más estables y pueden adaptarse mejor a cambios en el entorno.

### **Monitoreo y Conservación**

- Monitorear estos índices a lo largo del tiempo es esencial para evaluar la salud del ecosistema y determinar el impacto de factores, así como la intervención humana y el cambio climático.
- Identificar áreas con alta dominancia puede ayudar a implementar estrategias de conservación para promover la biodiversidad.

### **Conclusiones**

El Índice de Diversidad de Fisher proporciona información valiosa sobre la estructura y salud de las comunidades ecológicas analizadas:

- Un índice medio sugiere un equilibrio entre dominancia y diversidad.
- La presencia de valores extremos indica áreas donde se requiere atención especial para conservar la biodiversidad.

*Tabla 8. Comparación de Índices de Diversidad de especies arbóreas en la amazonia.*

Parcelas	Altitud(m)	Shannon	$\alpha$ -Fisher
CHONTA-IIAP*	200	4.59	81.69
CUZ**	190	4.6	81.7
TAMB**	211	4.29	80.04
MANU**	348	4.49	81.14
ITA*	160	3.97	
Yanamono***	140		
Allpahuayo***	150		
Chalalan****	400		
Santa Rosa+	220-500	4.58	90.02
Alto Purús++	298	3.79	
Acre, Brasil	235	4.59	
Tahuamanu+++	260	3.89	50.83
Planchón Las Piedras++++	263	4.60	20.30

(\*) Parcelas analizadas (\*\*) Otras parcelas de la Amazonía.

Parcelas Tambopata (Dueñas, *et al.* 2014)\*, Parcelas RAINFOR (2015) \*\*.

Parcelas Norte peruano (Gentry, 1988a, 1998b

Parcelas Norte Boliviano (Silman *et al.*, 2005) \*\*\*\*

Parcelas Santa Rosa (Dueñas, 2012)+

Parcelas Alto Purús (Pitman, 2003) ++

Parcelas Tahuamanu, Dueñas, *et al.*, 2008) +++

Parcela Planchón (Callo, 2024)++++

La tabla 8, nos muestra los valores comparativos de diversidad calculados de acuerdo al «índice de Shannon-Wiener» para diferentes áreas de la Amazonía y evidencia valores altos de diversidad, respecto a la localidad Planchón, Distrito Las Piedras. El valor medio de diversidad ( $H=4,60$ ) encontrado en las parcelas de este estudio es comparable a los valores reportados en otras investigaciones realizadas en los bosques de Acre (Daly y Silveira, 2008), como la parcela Seringal Dois Irmao 1 ( $H=4,59$ ) y la parcela Alto Purus ( $H=3,79$ ) (Pitman *et al.*, 2003; ter Steege *et al.*, 2013).

Las parcelas del Manu muestran los valores con altos índices de diversidad calculados mediante el índice “Fisher-alfa”, que oscilan entre 80 y 100, seguidos de las parcelas de “Tambopata” con valores entre 73 y 79. Estos valores más altos están relacionados con las parcelas de bosque de tierra

firme. Por el contrario, las parcelas con los valores más bajos de diversidad de Fisher se hallan en las zonas de selva baja de “Cuzco Amazónico e Inkaterra” (57-64), observándose una diversidad aún menor en las parcelas cercanas a la frontera con Bolivia (49-57). Para nuestro estudio los valores de diversidad media son (20.30), relativamente bajos por la dominancia de algunas especies en el bosque aguajal mixto.

#### **4.2. De la composición florística en 1 ha de una comunidad aguajal mixto**

*Tabla 9. Composición florística de 21 subparcelas en un bosque Aguajal mixto, localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

<b>Subparcelas</b>	<b>Familias</b>	<b>Género</b>	<b>Especies</b>	<b>Individuos</b>
1	10	12	12	50
2	10	12	13	34
3	5	7	9	34
4	6	9	10	33
5	10	15	15	33
6	15	18	22	36
7	9	13	14	34
8	8	11	11	25
9	9	14	15	39
10	8	12	12	30
11	7	11	11	28
12	9	13	15	29
13	6	9	10	28
14	7	9	9	21
15	8	12	12	27
16	12	15	16	41
17	10	15	15	29
18	8	11	11	21
19	6	9	9	23
20	12	16	16	32
21	4	8	8	17
22	6	9	10	24
23	7	10	10	32
24	14	19	19	28
25	13	17	17	21
<b>Total</b>	<b>219</b>	<b>306</b>	<b>321</b>	<b>749</b>
<b>Promedio</b>	<b>8.76</b>	<b>12.24</b>	<b>12.84</b>	<b>29.96</b>
<b>Desv. Estand.</b>	<b>2.81780056</b>	<b>3.23109888</b>	<b>3.48425028</b>	<b>7.23694226</b>

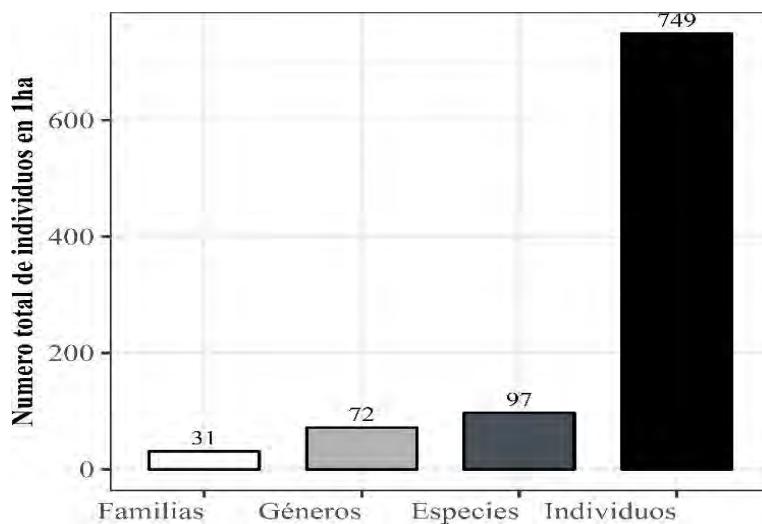
Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

*Tabla 10. Composición Florística total para 21 subparcelas en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

Taxa	$\geq 10 \text{ cm DAP}$
Familias	31
Géneros	72
Especies	97
Individuos	749

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

*Figura 4. Total, de Familias, Géneros, especies e individuos en una comunidad de Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*



Fuente:

Elaboración propia en base a datos de campo

En el sector Planchón, se evaluó la composición florística en una hectárea de bosque aguajal mixto (Tabla 10, figura 4), obteniéndose resultados de alta relevancia para comprender la composición de la estructura de este ecosistema. Se registraron 31 familias botánicas, que englobaron 72 géneros y 97 especies, lo que refleja una notable riqueza específica. En términos de abundancia, se contabilizaron 749 individuos, evidenciando una estructura compleja y diversa. Estos resultados destacan la importancia del aguajal como un reservorio clave de biodiversidad en ecosistemas tropicales, subrayando la necesidad de implementar estrategias de conservación enfocadas en este tipo de hábitats.

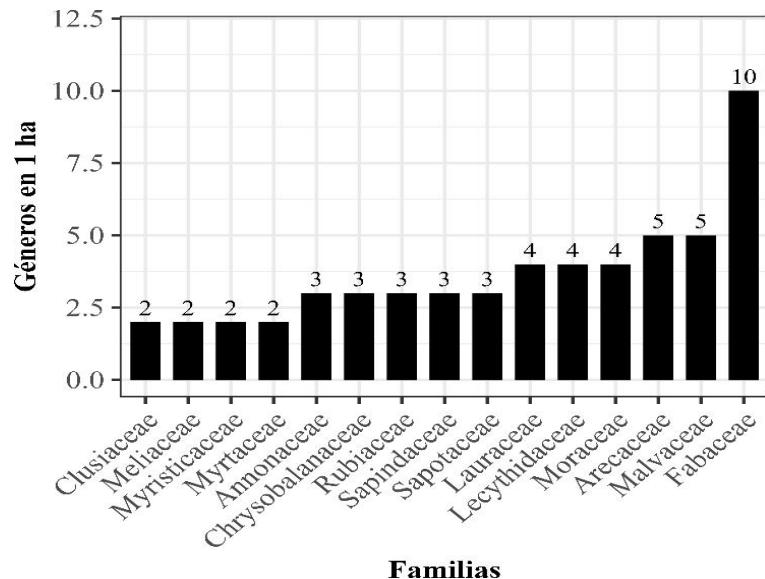
*Tabla 11. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Géneros en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

Nº	Familias	Nº Géneros
1	Fabaceae	10
2	Arecaceae	5
3	Malvaceae	5
4	Lauraceae	4
5	Lecythidaceae	4
6	Moraceae	4
7	Annonaceae	3
8	Chrysobalanaceae	3
9	Rubiaceae	3
10	Sapindaceae	3
11	Sapotaceae	3
12	Clusiaceae	2
13	Meliaceae	2
14	Myristicaceae	2
15	Myrtaceae	2
<b>Subtotal de 15</b>		<b>55</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

La evaluación de la riqueza taxonómica a nivel de géneros (Tabla 11 figura 5), mostró que la familia Fabaceae lideró con 10 géneros, evidenciando su notable diversidad en el aguajal del sector Planchón. Le siguieron Arecaceae y Malvaceae, cada una con 5 géneros, mientras que familias como Lauraceae, Lecythidaceae y Moraceae aportaron 4 géneros cada una. Otras familias destacadas fueron Annonaceae, Chrysobalanaceae, Rubiaceae, Sapindaceae y Sapotaceae, con 3 géneros cada una, demostrando su representatividad en la composición florística. Familias como Clusiaceae, Meliaceae, Myristicaceae y Myrtaceae contribuyeron con 2 géneros, resaltando una distribución equilibrada entre las familias más diversas y aquellas de menor representación, lo cual subraya la complejidad estructural y funcional del ecosistema estudiado.

*Figura 5. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Géneros en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

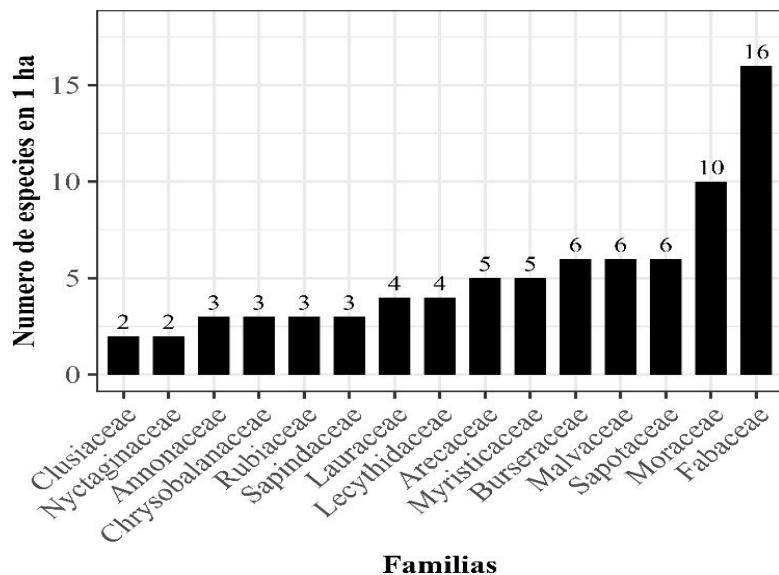


*Tabla 12. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

Nº	Familias	Nº Especies
1	Fabaceae	16
2	Moraceae	10
3	Burseraceae	6
4	Sapotaceae	6
5	Malvaceae	6
6	Myristicaceae	5
7	Arecaceae	5
8	Lauraceae	4
9	Lecythidaceae	4
10	Annonaceae	3
11	Chrysobalanaceae	3
12	Rubiaceae	3
13	Sapindaceae	3
14	Nyctaginaceae	2
15	Clusiaceae	2
<b>Subtotal de 15</b>		<b>78</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

*Figura 6. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*



El análisis florístico a nivel de especies (Tabla 12, figura 6), mostró que la familia Fabaceae presentó la mayor riqueza, con 16 especies, consolidándose como un componente clave de la diversidad en el aguajal del sector Planchón. Moraceae destacó con 10 especies, seguida por Burseraceae, Sapotaceae y Malvaceae, cada una con 6 especies. Familias como Myristicaceae y Arecaceae aportaron 5 especies, mientras que Lauraceae y Lecythidaceae registraron 4 especies cada una. Familias como Annonaceae, Chrysobalanaceae, Rubiaceae y Sapindaceae sumaron 3 especies cada una, y finalmente, Nyctaginaceae y Clusiaceae contribuyeron con 2 especies cada una. Estos resultados reflejan una notable heterogeneidad en la composición específica, destacando la importancia de las familias predominantes en la estructura y funcionalidad del ecosistema estudiado.

El análisis de la composición florística (Tabla 13, Figura 7), reveló una marcada dominancia de la familia Arecaceae, que representó el 55.15 % de los individuos registrados (413 de 749), reflejando su importancia ecológica en el

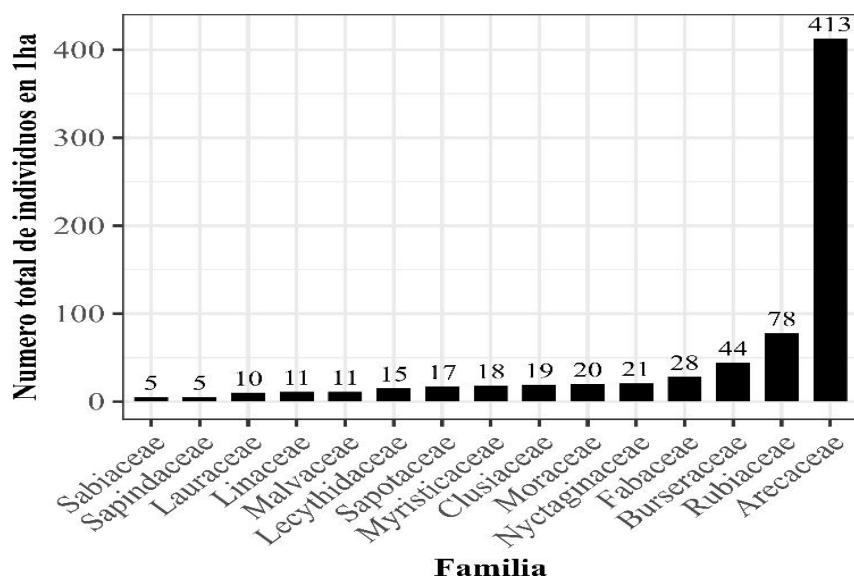
aguajal del sector Planchón. Le siguieron Rubiaceae (78 individuos) y Burseraceae (44 individuos), evidenciando su contribución a la diversidad estructural del ecosistema. Otras familias destacadas incluyeron Fabaceae (28 individuos), Nyctaginaceae (21 individuos) y Moraceae (20 individuos), mientras que las familias menos abundantes, como Lauraceae, Sabiaceae y Sapindaceae, presentaron entre 5 y 10 individuos cada una. Este patrón resalta el predominio de ciertas familias clave, esenciales para los servicios ecosistémicos, en contraste con otras menos representadas, cuya presencia podría estar influenciada por factores microambientales y ecológicos específicos del aguajal.

*Tabla 13. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

Nº	Familias	Nº Individuos
1	Arecaceae	413
2	Rubiaceae	78
3	Burseraceae	44
4	Fabaceae	28
5	Nyctaginaceae	21
6	Moraceae	20
7	Clusiaceae	19
8	Myristicaceae	18
9	Sapotaceae	17
10	Lecythidaceae	15
11	Linaceae	11
12	Malvaceae	11
13	Lauraceae	10
14	Sabiaceae	5
15	Sapindaceae	5
<b>Subtotal de</b>		
<b>15</b>		<b>715</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

*Figura 7. Distribución de las 15 familias de árboles con el mayor número de Individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*



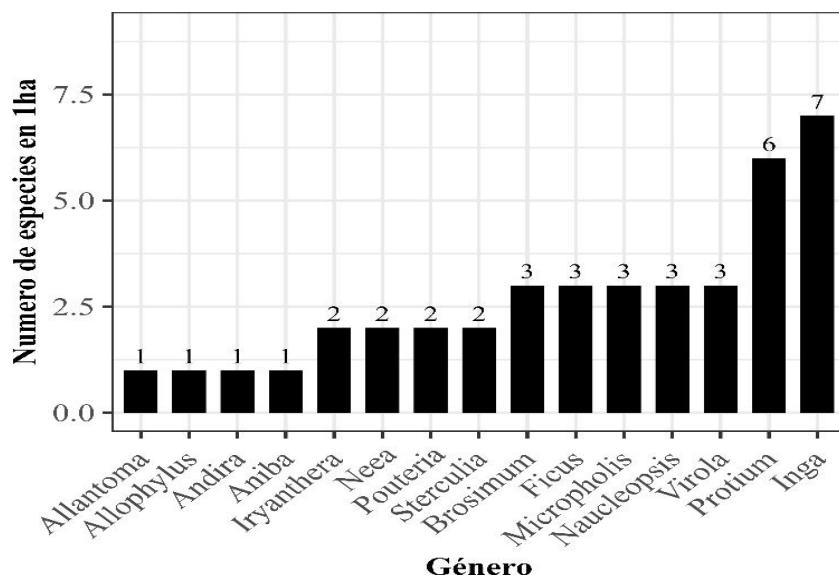
El análisis de riqueza específica por género (Tabla 14, Figura 8), destacó al género *Inga*, con 7 especies, como el género más diverso en el aguajal del sector Planchón, seguido por *Protium*, con 6 especies, lo que subraya su importancia ecológica en el ecosistema. Géneros como *Brosimum*, *Ficus*, *Micropholis*, *Naucleopsis* y *Virola* presentaron 3 especies cada uno, contribuyendo significativamente a la diversidad del área. Otros géneros relevantes, como *Iryanthera*, *Neea*, *Pouteria* y *Sterculia*, aportaron 2 especies cada uno, mientras que géneros como *Allantoma*, *Allophylus*, *Andira* y *Aniba* estuvieron representados por una sola especie. Este patrón refleja una distribución desigual de la diversidad específica, con una marcada concentración en unos pocos géneros clave y una representación más limitada en otros.

Tabla 14. Distribución de los 15 Géneros de árboles con el mayor número de especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.

Nº	Género	Nº Especie
1	Inga	7
2	Protium	6
3	Brosimum	3
4	Ficus	3
5	Micropholis	3
6	Naucleopsis	3
7	Virola	3
8	Iryanthera	2
9	Neea	2
10	Pouteria	2
11	Sterculia	2
12	Allantoma	1
13	Allophylus	1
14	Andira	1
15	Aniba	1
<b>Subtotal de</b>		
<b>15</b>		<b>40</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

Figura 8. Distribución de los 15 Géneros de árboles con el mayor número de Especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.



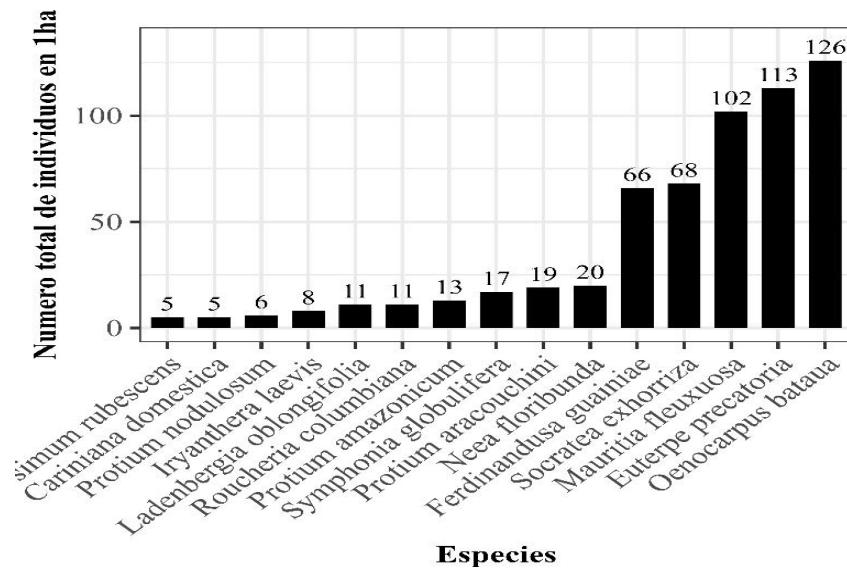
El análisis florístico a nivel de especies (Tabla 15, figura 9), mostró que la familia “Fabaceae” presentó un alto índice de riqueza, con 16 especies, consolidándose como un componente clave de la diversidad en el aguajal del sector Planchón. Moraceae destacó con 10 especies, seguida por Burseraceae, Sapotaceae y Malvaceae, cada una con 6 especies. Familias como Myristicaceae y Arecaceae aportaron 5 especies, mientras que Lauraceae y Lecythidaceae registraron 4 especies cada una. Familias como Annonaceae, Chrysobalanaceae, Rubiaceae y Sapindaceae sumaron 3 especies cada una, y finalmente, Nyctaginaceae y Clusiaceae contribuyeron con 2 especies cada una. Estos resultados reflejan una notable heterogeneidad en la composición específica, destacando la importancia de las familias predominantes en la estructura y funcionalidad del ecosistema estudiado.

*Tabla 15. Distribución de las 15 Especies de árboles con el mayor número de individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

Nº	Especies	Nº Individuos
1	<i>Oenocarpus bataua</i>	126
2	<i>Euterpe precatoria</i>	113
3	<i>Mauritia flexuosa</i>	102
4	<i>Socratea exorrhiza</i>	68
5	<i>Ferdinandusa guainiae</i>	66
6	<i>Neea floribunda</i>	20
7	<i>Protium aracouchini</i>	19
8	<i>Symponia globulifera</i>	17
9	<i>Protium amazonicum</i>	13
10	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	11
11	<i>Roucheria columbiana</i>	11
12	<i>Iryanthera laevis</i>	8
13	<i>Protium nodulosum</i>	6
14	<i>Brosimum rubescens</i>	5
15	<i>Cariniana domestica</i>	5
<b>Subtotal de 15</b>		<b>590</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

*Figura 9. Distribución de las 15 Especies de árboles con el mayor número de individuos en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*



#### **4.3. Composición florística comparativa con otras parcelas de 1 hectárea del departamento de Madre de Dios.**

*Tabla 16. Representa la Composición Florística de parcelas del Departamento de Madre de Dios.*

Parcelas	Tipo de Bosque	Número de Individuos	Familias	Géneros	Especies
MANU_01*	BLLI	604	44	94	147
MANU_05*	BLLI	684	44	100	156
MANU_06*	BLLI	622	40	104	147
CUZ-04**	BPE	602	45	102	157
PLANCHON***	BAM	749	31	72	97

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

BLLI\* = Bosque de Llanura Inundable.

BPE\*\* = Bosque de Pantano Estacional.

BAM\*\*\* = Bosque Aguajal Mixto.

La tabla 16 muestra, un análisis comparativo de la composición florística entre la parcela de 1 hectárea del Bosque Aguajal mixto de la localidad de Planchón, “Las Piedras”, con 4 parcelas de 1 hectárea, 03 parcelas del Manú y una parcela de Tambopata, que posiblemente podría tener

las mismas características de nuestra área de estudio. Los datos reflejan valores bajos a nivel de familia, géneros y especies, más no así de individuos, donde reportamos 749 árboles  $\geq 10$  cm de DAP. La diferencia entre el número de familias, géneros y especies, radica en que las 03 parcelas de manu y 01 parcela de Tambopata, se encuentran ubicadas en “Áreas Naturales protegidas por el Estado”, mientras la parcela de Planchón Las Piedras, ha tenido intervención durante muchos años, y esta sujeta a diferentes amenazas; agricultura intensiva, ganadería, actividades forestales, etc.

#### **4.4. Estructura de la comunidad**

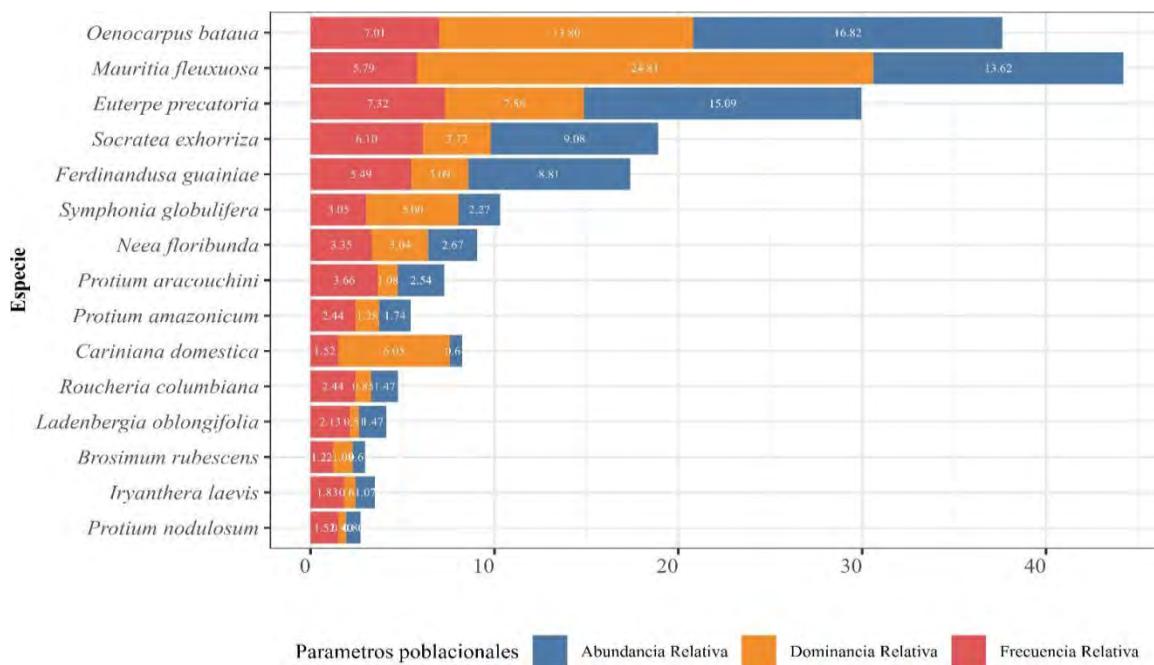
##### **4.4.1. Parámetros poblacionales**

*Tabla 17. Parámetros poblacionales: Abundancia Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia relativa en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.*

Species	Abund Abso	Abund Rela	Frec Abso	Frec Rel	Domi Abso	Domi Rel
<i>Oenocarpus bataua</i>	126	16.82242991	23	7.012	3.936176373	13.797
<i>Euterpe precatoria</i>	113	15.08678238	24	7.317	2.156634564	7.560
<i>Mauritia flexuosa</i>	102	13.61815754	19	5.793	7.076754613	24.806
<i>Socratea exorrhiza</i>	68	9.078771696	20	6.098	1.061310682	3.720
<i>Ferdinandusa guainiae</i>	66	8.811748999	18	5.488	0.881876566	3.091
<i>Neea floribunda</i>	20	2.670226969	11	3.354	0.867664964	3.041
<i>Protium aracouchini</i>	19	2.536715621	12	3.659	0.309299205	1.084
<i>Symponia globulifera</i>	17	2.269692924	10	3.049	1.427240444	5.003
<i>Protium amazonicum</i>	13	1.73564753	8	2.439	0.36556279	1.281
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	11	1.468624833	7	2.134	0.146162598	0.512
<i>Roucheria columbiana</i>	11	1.468624833	8	2.439	0.243599974	0.854
<i>Iryanthera laevis</i>	8	1.068090788	6	1.829	0.174703545	0.612
<i>Protium nodulosum</i>	6	0.801068091	5	1.524	0.113745289	0.399
<i>Brosimum rubescens</i>	5	0.667556742	4	1.220	0.309633031	1.085
<i>Cariniana domestica</i>	5	0.667556742	5	1.524	1.724577287	6.045

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

Figura 10. Parámetros poblacionales: Abundancia Relativa, Frecuencia Relativa y Dominancia relativa en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

El análisis de los parámetros poblacionales en el aguajal del sector Planchón (Tabla 17, figura 10, evidencia la dominancia de *Oenocarpus bataua*, *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria*, con abundancias relativas de 16.82%, 13.62% y 15.09%, respectivamente. *Mauritia flexuosa*, destaca por su mayor dominancia relativa (24.81%), resaltando su papel como especie formadora de hábitat. Asimismo, *Oenocarpus bataua* lidera en frecuencia relativa (7.01%), indicando su alta representatividad. Otras especies como *Socratea exorrhiza* (9.08%) y *Ferdinandusa guainiae* (8.81%) también contribuyen significativamente a la estructura del ecosistema. En contraste, especies como *Protium amazonicum* y *Sympiphonia globulifera* presentan valores menores en abundancia, dominancia y frecuencia, reflejando una menor participación en el bosque. En conjunto, estos resultados resaltan la dominancia de palmeras y su papel clave en la funcionalidad ecológica del aguajal, mientras que las demás especies complementan la diversidad estructural y funcional del ecosistema.

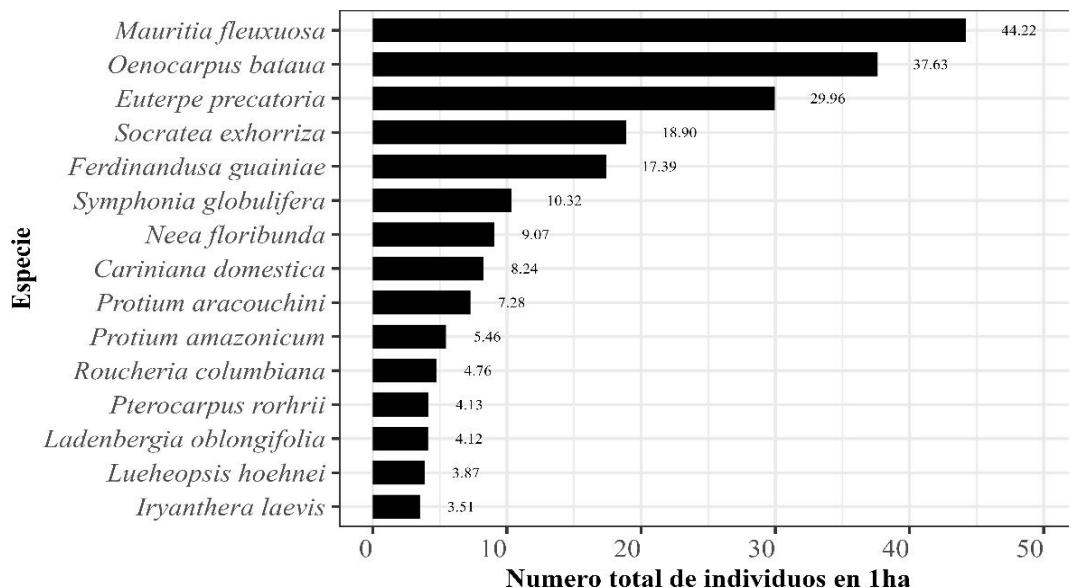
#### 4.4.2. Índice de valor de importancia de especies

Tabla 18. Índice de Valor de Importancia de especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto de Madre de Dios.

Nº	Especies	IVI %
1	<i>Mauritia flexuosa</i>	44.217
2	<i>Oenocarpus bataua</i>	37.632
3	<i>Euterpe precatoria</i>	29.963
4	<i>Socratea exorrhiza</i>	18.896
5	<i>Ferdinandusa guainiae</i>	17.391
6	<i>Sympomia globulifera</i>	10.321
7	<i>Neea floribunda</i>	9.065
8	<i>Cariniana domestica</i>	8.237
9	<i>Protium aracouchini</i>	7.279
10	<i>Protium amazonicum</i>	5.456
11	<i>Roucheria columbiana</i>	4.762
12	<i>Pterocarpus rorhrii</i>	4.133
13	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	4.115
14	<i>Lueheopsis hoehnei</i>	3.874
15	<i>Iryanthera laevis</i>	3.510

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Figura 11. Índice de Valor de Importancia de especies en una comunidad Aguajal mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia,



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

### Comprensión del Índice de Valor de Importancia (IVI)

El IVI es un indicador que combina tres componentes clave de la comunidad vegetal:

Abundancia Relativa: “Proporción de individuos de una especie respecto al total”.

Frecuencia Relativa: “Número de parcelas donde se encuentra la especie en relación al total de parcelas muestreadas”.

Dominancia Relativa: Tamaño o biomasa de la especie en comparación con otras.

El IVI se expresa como un porcentaje, lo que proporciona la comparación de especies dentro del mismo ecosistema.

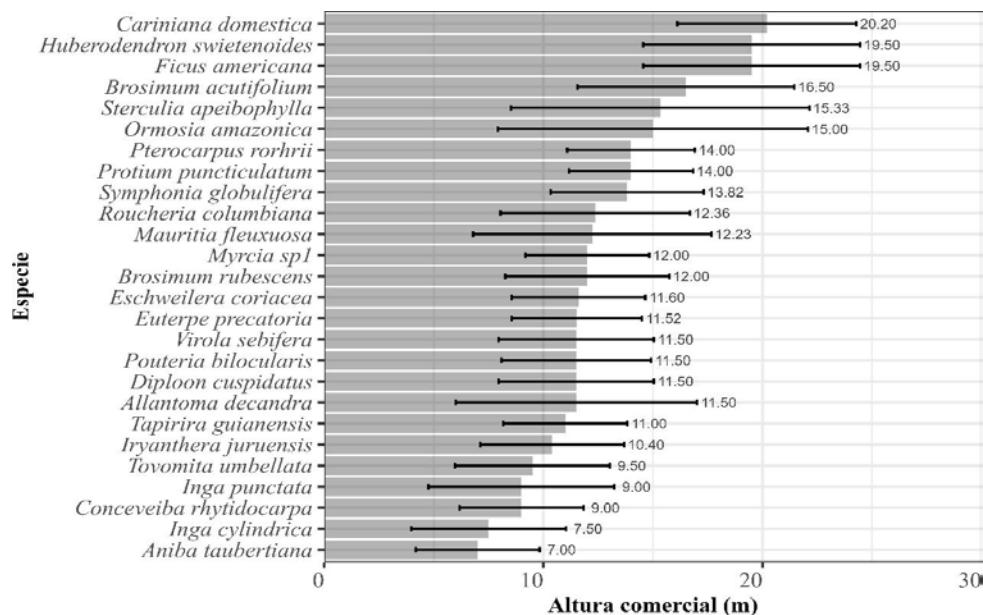
El Índice de Valor de Importancia (IVI), (Tabla 18, figura 11), revela que *Mauritia flexuosa* (44.22) y *Oenocarpus bataua* (37.63) son las especies más relevantes en el aguajal del sector Planchón, consolidándose como las principales formadoras de hábitat debido a su elevada contribución en abundancia, dominancia y frecuencia. Le sigue *Euterpe precatoria* (29.96), confirmando la predominancia de las palmeras en la estructura del ecosistema. Especies como *Socratea exorrhiza* (18.90) y *Ferdinandusa guainiae* (17.39) también desempeñan roles importantes, aunque en menor grado. El resto de las especies, como *Sympomia globulifera* (10.32) y *Neea floribunda* (9.07), muestran valores más bajos de IVI, evidenciando su menor protagonismo ecológico, pero contribuyendo a la diversidad. Estos resultados subrayan la importancia de unas pocas especies clave en la configuración del ecosistema, mientras que las demás mantienen un rol complementario dentro de la dinámica del aguajal.

La figura 11 asociada al IVI puede proporcionar una representación gráfica clara que facilite la comprensión visual de cómo se distribuyen las especies en términos de su importancia relativa, permitiendo

identificar rápidamente las especies clave en el ecosistema. En resumen, el análisis del IVI permite comprender mejor la estructura y dinámica del bosque Aguajal Mixto en Planchón, destacando las especies más relevantes y su rol en la conservación y gestión sostenible del ecosistema.

#### 4.4.3. Parámetros dasométricos de la población.

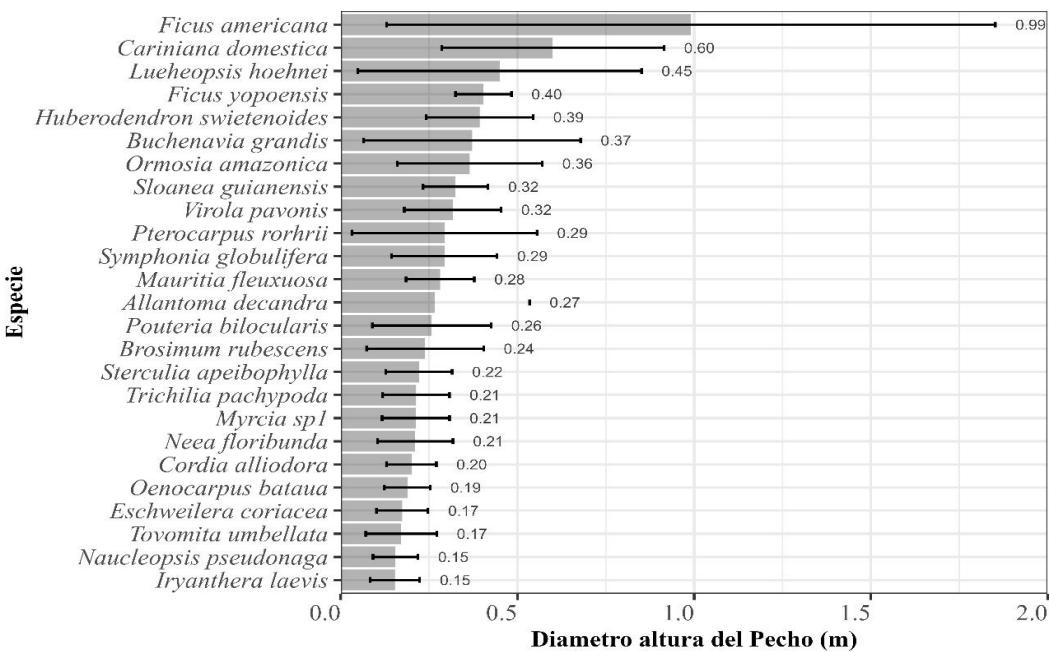
Figura 12 Representa las especies más representativas, mostrando la altura comercial, en 1 ha de bosque mixto Aguajal.



Entre las 10 especies con mayores valores para los parámetros evaluados (Figuras, 12, 13, 14 y 15), *Ficus americana*, lidera con los valores más altos en diámetro a la altura del pecho (DAP: 0.99), área basal (AB: 1.06), altura comercial (HC: 19.5) y volumen (VL: 14.16), consolidándose como la especie más dominante en estos aspectos. *Ficus maxima*, destaca en DAP (0.83) y HC (18), aunque su volumen (5.70) es notablemente inferior. *Cariniana domesticata* se posiciona con valores intermedios en DAP (0.60) y HC (20.2), pero contribuye con un volumen significativo (4.58). *Lueheopsis hoehnei* y *Anthodiscus*

*amazonicus* sobresalen por su altura comercial (HC: 15 y 17, respectivamente), aunque presentan áreas basales más reducidas (0.24 y 0.13). *Ficus yopoensis* mantiene un equilibrio entre sus valores de DAP (0.40) y volumen (1.23), mientras que *Huberodendron swietenoides* exhibe mayor altura comercial (19.5) y un volumen relevante (1.63). Finalmente, especies como *Naucleopsis naga*, *Buchenavia grandis* y *Brosimum acutifolium* aportan valores moderados en todos los parámetros, destacando por su contribución a la diversidad estructural del bosque.

Figura 13. Representa las especies más representativas, mostrando el DAP (m), en 1 ha de bosque mixto Aguajal.



Figura

Figura 14. Representa las especies más representativas, mostrando el Área Basal (Dominancia,  $m^2$ ) en 1 ha de bosque mixto Aguajal.

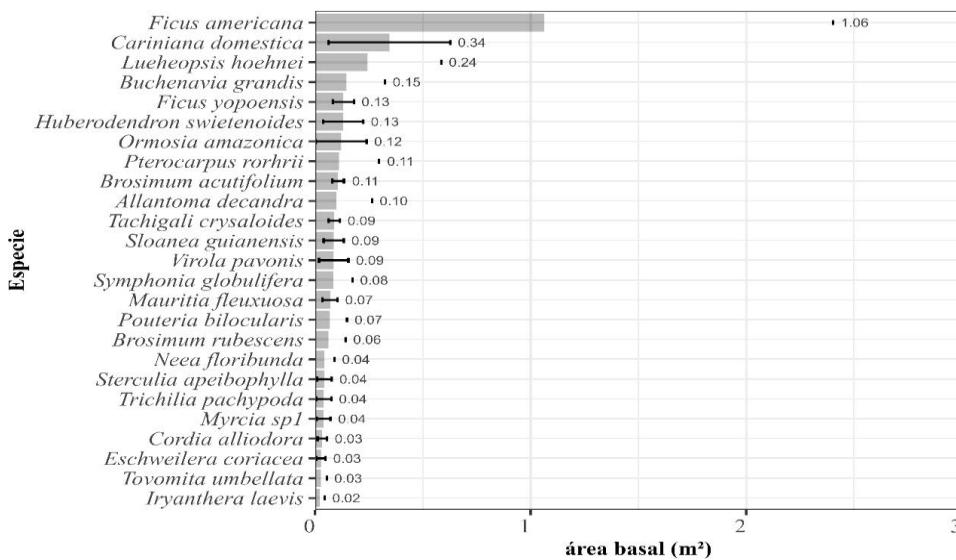
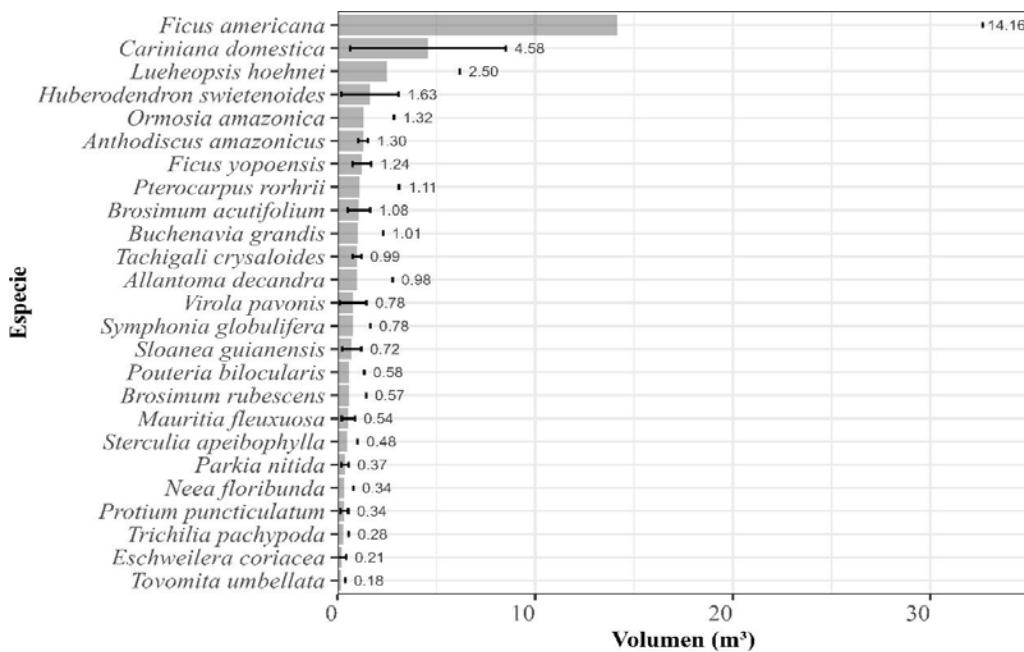


Figura 15. Representa las especies más representativas, mostrando el Volumen ( $m^3$ ) en 1 ha de bosque mixto Aguajal.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

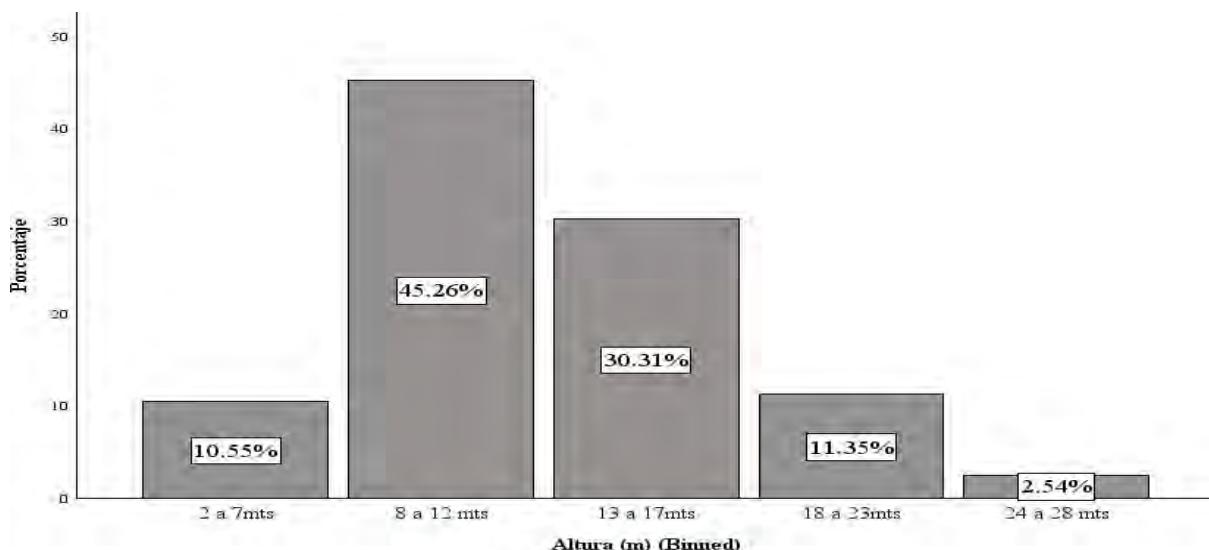
#### 4.4.4. Clase altimétrica (altura m)

Tabla 19. Clase Altimétrica de los árboles.

	N	%
1 2 a 7mts	79	10.5%
2 8 a 12 mts	339	45.3%
3 13 a 17mts	227	30.3%
4 18 a 23mts	85	11.3%
5 24 a 28 mts	19	2.5%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

Figura 16. Representa los intervalos de clase Diamétrica en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

#### Interpretación de la estructura de la comunidad:

##### Altura de los árboles (Tabla 19. Figura 16):

- La mayor parte de los árboles (45.3%) tiene una altura entre 8 y 12 metros, lo que indica que la comunidad presenta una estructura dominada por árboles de mediana altura.
- Un 30.3% de los árboles está entre los 13 y 17 metros, sugiriendo la presencia de árboles más maduros que contribuyen a la cobertura y al microclima.

- Los árboles más altos (18 a 28 metros) representan solo el 13.8%, evidenciando que los árboles emergentes son menos frecuentes en esta comunidad.

**Interpretación ecológica:**

**Estructura vertical:** La distribución de alturas muestra un gradiente típico de ecosistemas de humedales donde predominan árboles de tamaño intermedio, lo cual favorece la provisión de servicios como sombra, regulación hídrica y hábitat para fauna.

Este incremento en la altura sugiere condiciones favorables para el crecimiento de especies más altas, implicando una dinámica de competencia y adaptación a factores ambientales específicos del aguajal. Estos hallazgos son fundamentales para comprender la estructura vertical de la vegetación y subrayan la importancia de la conservación de estos ecosistemas, donde la altura de las especies puede servir como un indicador clave de la salud y funcionalidad del hábitat.

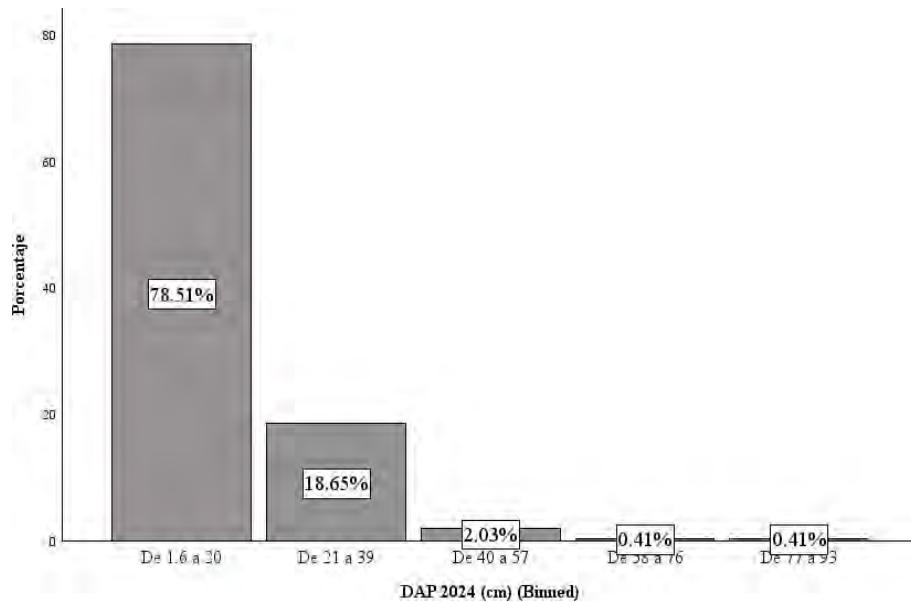
#### 4.4.5. Clase diamétrica (dap cm)

*Tabla 20. Representa valores de DAP Altura (cm), de la comunidad Bosque Aguajal Mixto.*

<i>DAP 2024 (cm)</i>		
	N	%
1 De 1.6 a 20	581	77.6%
2 De 21 a 39	138	18.4%
3 De 40 a 57	15	2.0%
4 De 58 a 76	3	0.4%
5 De 77 a 93	3	0.4%
Perdidos Sistema	9	1.2%

*Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024*

*Figura 17. Representa los intervalos de clase Diamétrica de árboles en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

#### **Diámetro a la altura del pecho (DAP) (Tabla 20, Figura 17):**

Un 77.6% de los árboles tiene un DAP entre 1.6 y 20 cm, lo que corresponde a árboles jóvenes o de menor envergadura.

El 18.4% de los árboles tiene un DAP entre 21 y 39 cm, lo que puede representar individuos en fases de crecimiento más avanzadas.

Árboles con diámetros superiores a 40 cm son muy escasos (2.8% en total), lo que puede ser característico de un ecosistema en regeneración o influenciado por presiones como la tala selectiva o cambios en el uso de la tierra.

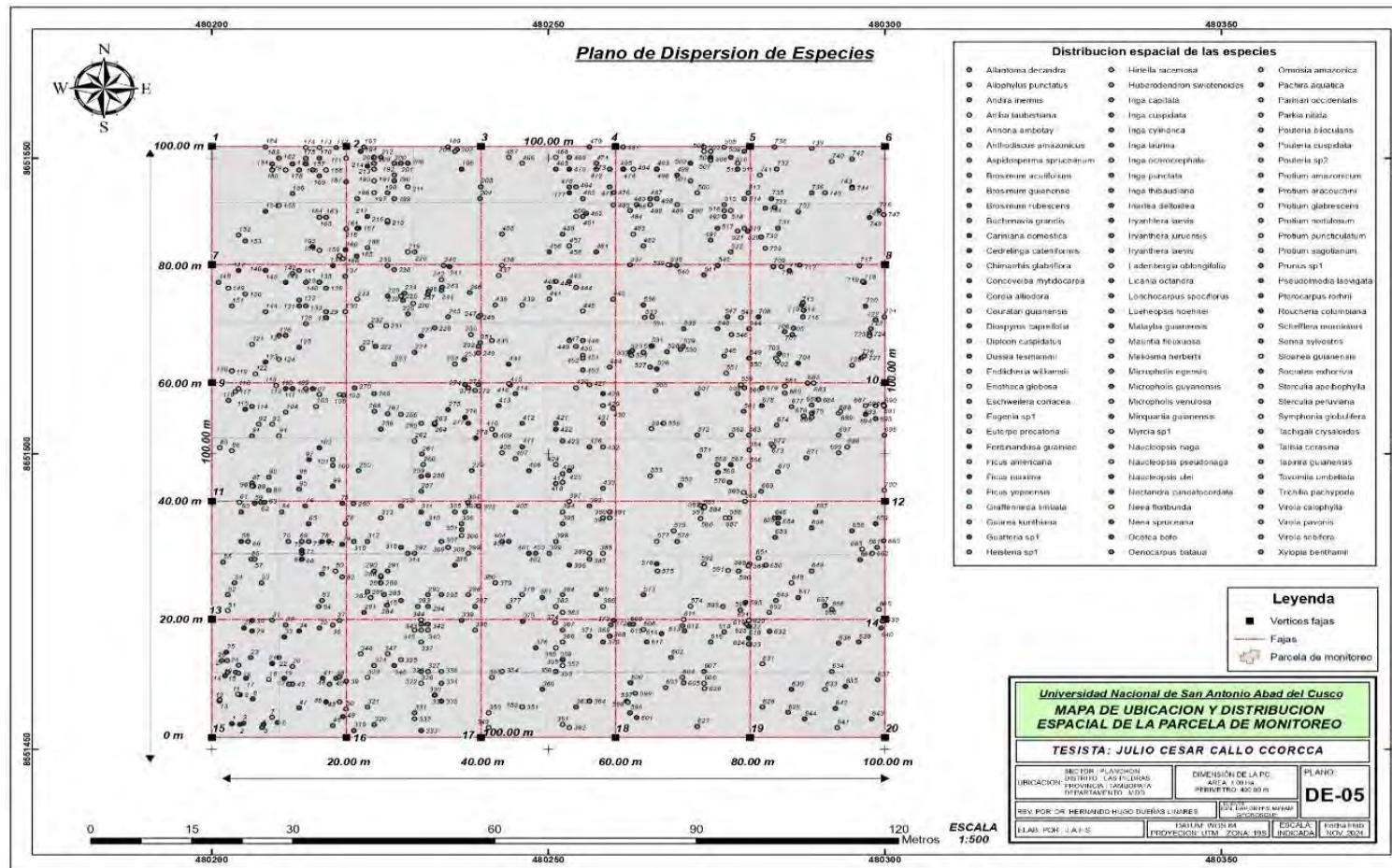
**Interpretación ecológica:**

**Diversidad funcional:** La concentración de árboles en las categorías más bajas de DAP podría reflejar procesos de sucesión ecológica o una alta densidad de especies con características adaptadas al ecosistema de aguajal.

- Este patrón puede estar relacionado con dinámicas ecológicas tales como la competencia por recursos, la regeneración de especies y la influencia de factores ambientales específicos del aguajal.

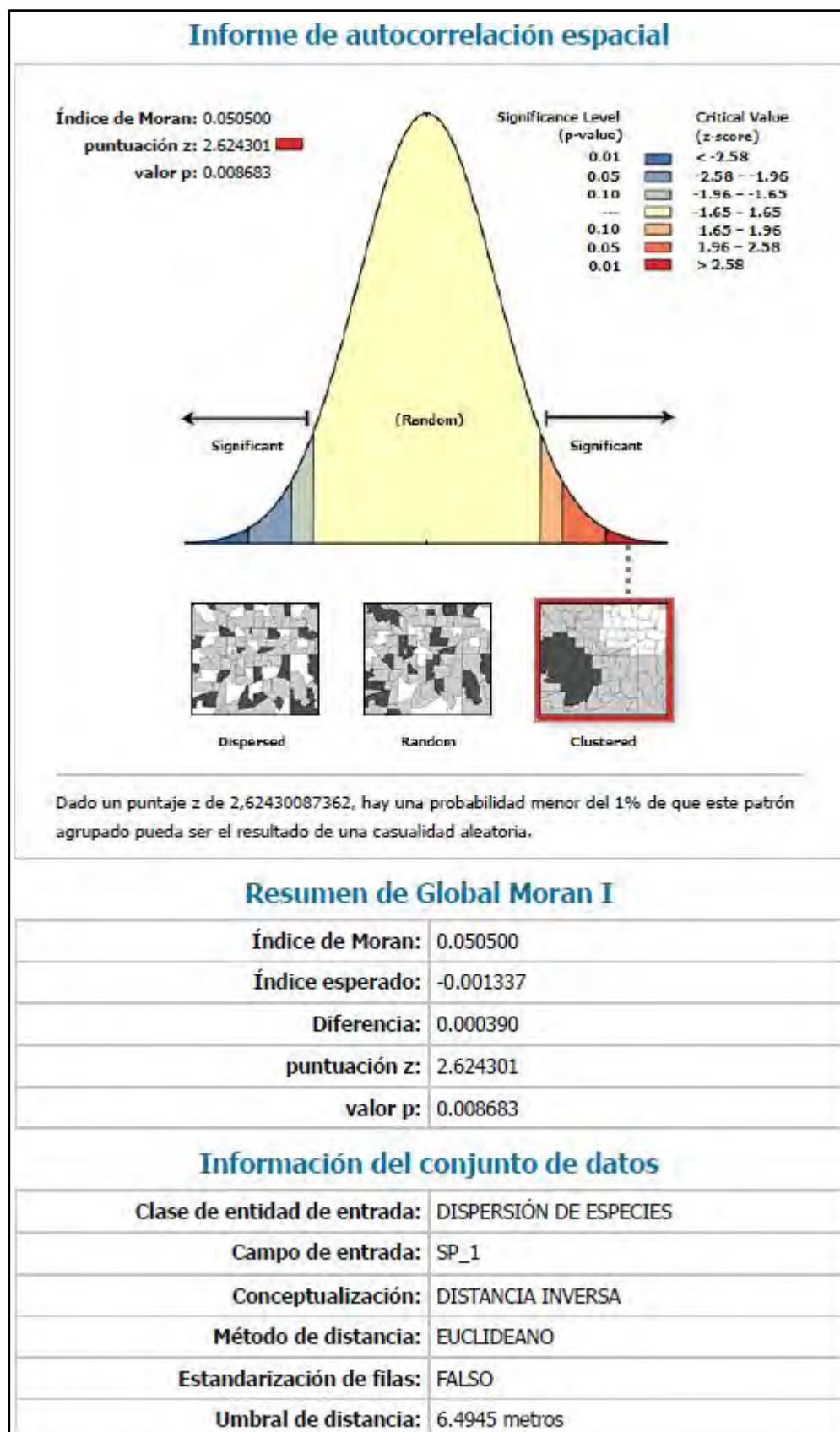
La evaluación de abundancia y diversidad en este hábitat acuático proporciona información relevante para el manejo sostenible y la conservación de estos ecosistemas, destacando la importancia de las variaciones en el tamaño de los individuos como un índice de la salud y estabilidad del ecosistema. Estos hallazgos contribuyen significativamente al entendimiento de la dinámica de las comunidades vegetales en aguajales, subrayando la necesidad de estrategias de conservaciones que consideren la diversidad estructural y funcional de estas áreas.

#### 4.4.5. Distribución espacial de las especies en 1 ha de bosque agujal mixto



**Figura 18.. Representa la distribución espacial de las especies en 1 ha de bosque Aquajal mixto antropizado..**

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024



### Análisis e Interpretación del Índice de Moran Global Figura 18.

En resumen, su análisis revela que la variable **SP\_1** (que representa la dispersión de especies) presenta una **autocorrelación espacial positiva estadísticamente significativa**, aunque débil. Esto significa que los valores similares de dispersión de especies tienden a ubicarse cerca unos de otros en el espacio, formando un patrón ligeramente agrupado (clustered) que no es producto del azar.

#### 1. Interpretación del Índice de Moran (0.0505)

- **Valor:** 0.0505
- **Interpretación:** El índice de Moran varía típicamente entre -1 y +1.
  - Un valor **positivo** (como 0.0505) indica **autocorrelación espacial positiva**: los valores altos tienden a estar cerca de otros valores altos, y los valores bajos cerca de otros valores bajos (agrupamiento/clustering).
  - Un valor **cercano a 0** indica aleatoriedad espacial perfecta (no hay patrón).
  - Un valor **negativo** indica autocorrelación espacial negativa (dispersión): los valores altos tienden a estar rodeados de valores bajos, y viceversa.
- **Conclusión:** Un valor de 0.0505 señala una **débil pero positiva autocorrelación espacial**. El patrón no es fuertemente agrupado, pero tampoco es aleatorio.

## **4.6. Resultados sobre los servicios ecosistémicos en el bosque aguajal mixto de la localidad Planchón, distrito las Piedras.**

### **4.6.1. Biomasa aérea acumulada (kg/ha)**

La interpretación de los resultados sobre biomasa y en una hectárea de bosque aguajal mixto en Planchón, Madre de Dios, se puede abordar desde dos perspectivas: ecológica y de servicios ecosistémicos.

#### **Perspectiva Ecológica**

##### **Biomasa Aérea**

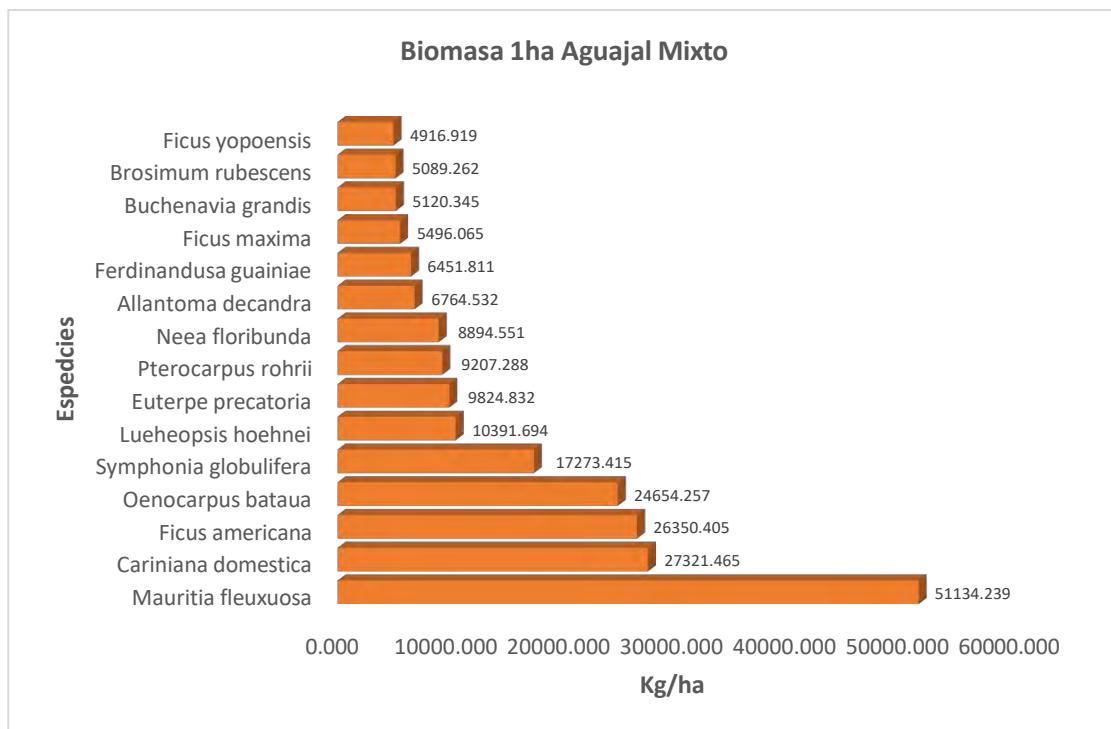
Los datos de la tabla 21 y figura 19), indican que la biomasa aérea total acumulada en una hectárea de este ecosistema es de 218,891.08 kg/ha. La especie más significativa en términos de biomasa es *Mauritia flexuosa*, que aporta 51,134.24 kg/ha, seguida por *Cariniana domestica* y *Ficus americana*. Esta distribución sugiere que estas especies son fundamentales para la estructura del ecosistema y su capacidad de sostener la vida silvestre local. La diversidad de especies también es crucial, ya que un ecosistema más diverso tiende a ser más resiliente ante perturbaciones como el cambio climático o enfermedades. Las especies mencionadas no solo contribuyen a la biomasa, sino que también pueden influir en la dinámica del suelo y el ciclo del agua, promoviendo un microclima favorable.

Figura 19. Aporte de Biomasa aérea de las 15 principales especies del Aguajal mixto.

<u>Nº</u>	<u>Especies</u>	<u>Biomasa Kg/ha</u>
1	<i>Mauritia flexuosa</i>	51134.239
2	<i>Cariniana domestica</i>	27321.465
3	<i>Ficus americana</i>	26350.405
4	<i>Oenocarpus bataua</i>	24654.257
5	<i>Sympomia globulifera</i>	17273.415
6	<i>Lueheopsis hoehnei</i>	10391.694
7	<i>Euterpe precatoria</i>	9824.832
8	<i>Pterocarpus rohrii</i>	9207.288
9	<i>Neea floribunda</i>	8894.551
10	<i>Allantoma decandra Ferdinandusa</i>	6764.532
11	<i>guainiae</i>	6451.811
12	<i>Ficus maxima</i>	5496.065
13	<i>Buchenavia grandis</i>	5120.345
14	<i>Brosimum rubescens</i>	5089.262
15	<i>Ficus yopoensis</i>	4916.919
<b>Subtotal de 15</b>		<b>218891.081</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

Figura 20. Representa la distribución de las 15 mejores especies con mayor aporte a la Biomasa en 1 ha de bosque Aguajal Mixto.



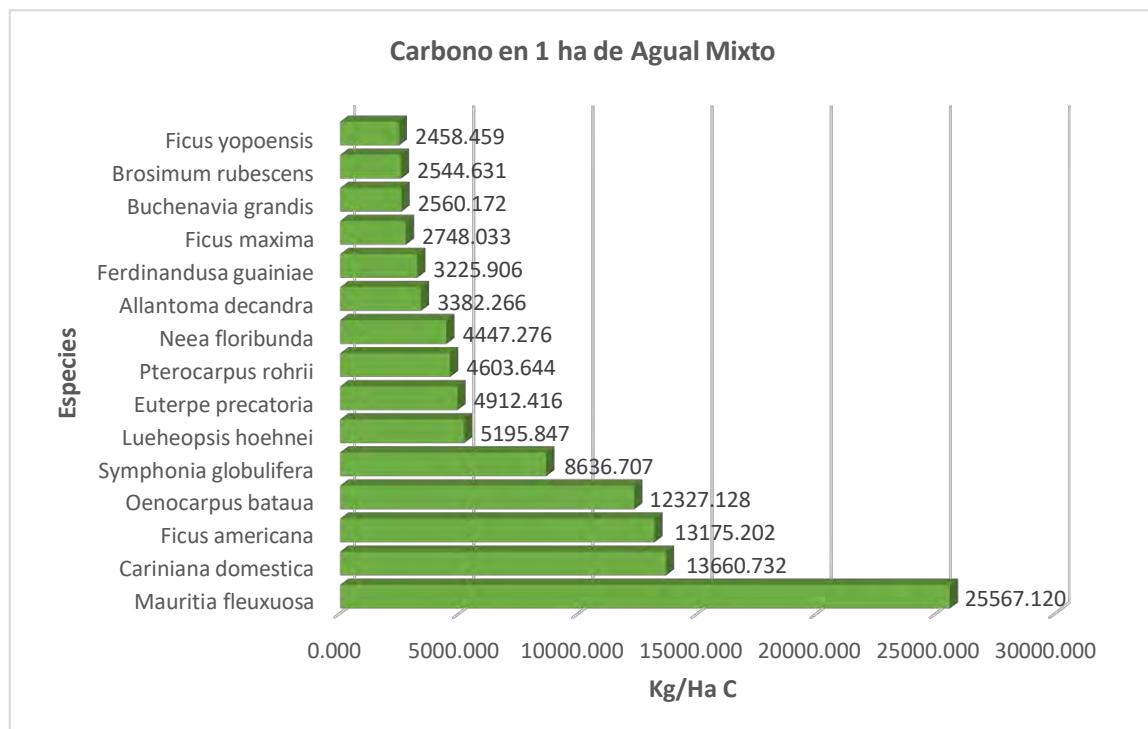
Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Tabla 21. Aporte de Carbono acumulado de las 15 principales especies del Aguajal mixto.

Nº	Especies	Carbono Kg/ha
1	<i>Mauritia flexuosa</i>	25567.120
2	<i>Cariniana domestica</i>	13660.732
3	<i>Ficus americana</i>	13175.202
4	<i>Oenocarpus bataua</i>	12327.128
5	<i>Sympomia globulifera</i>	8636.707
6	<i>Lueheopsis hoehnei</i>	5195.847
7	<i>Euterpe precatoria</i>	4912.416
8	<i>Pterocarpus rohrii</i>	4603.644
9	<i>Neea floribunda</i>	4447.276
10	<i>Allantoma decandra</i> <i>Ferdinandusa</i>	3382.266
11	<i>guainiae</i>	3225.906
12	<i>Ficus maxima</i>	2748.033
13	<i>Buchenavia grandis</i>	2560.172
14	<i>Brosimum rubescens</i>	2544.631
15	<i>Ficus yopoensis</i>	2458.459
<b>Subtotal de 15</b>		<b>109445.541</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Figura 21. Representa la distribución de las 15 mejores especies con mayor aporte de Carbono en 1 ha de bosque Aguajal Mixto.



#### 4.6.2. Stock de carbono almacenado (kg/ha)

La interpretación de los resultados sobre stock de carbono almacenado en los tallos de los árboles en una hectárea de bosque aguajal mixto en Planchón, Madre de Dios, se puede abordar desde dos perspectivas: ecológica y de servicios ecosistémicos.

##### Perspectiva Ecológica

##### Stock de Carbono

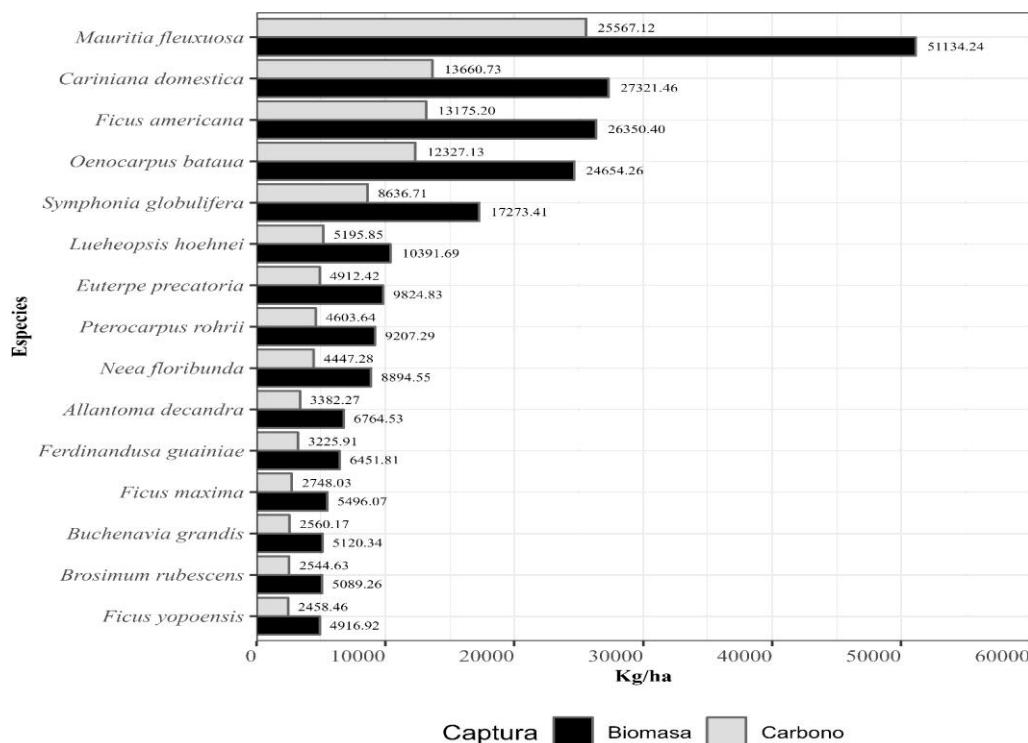
Los datos de la tabla 21 figura 22, indican el stock de carbono total almacenado es de **109,445.54 kg/ha**, con *Mauritia flexuosa* nuevamente liderando con **25,567.12 kg/ha**. Este alto contenido de carbono es vital para mitigar el cambio climático, ya que estos bosques actúan como sumideros de carbono, absorbiendo CO<sub>2</sub> de la atmósfera. La conservación y restauración de estos hábitats son esenciales para mantener su capacidad de almacenamiento de carbono

*Tabla 22. Biomasa acumuladas y stock de Carbono, en las especies más representativas en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto.*

Especies	Biomasa	Carbono
<i>Mauritia flexuosa</i>	51134.23944	25567.120
<i>Cariniana domestica</i>	27321.46468	13660.732
<i>Ficus americana</i>	26350.40456	13175.202
<i>Oenocarpus bataua</i>	24654.25657	12327.128
<i>Sympmania globulifera</i>	17273.41475	8636.707
<i>Lueheopsis hoehnei</i>	10391.6945	5195.847
<i>Euterpe precatoria</i>	9824.832163	4912.416
<i>Pterocarpus rohrii</i>	9207.288273	4603.644
<i>Neea floribunda</i>	8894.551438	4447.276
<i>Allantoma decandra</i>	6764.532318	3382.266
<i>Ferdinandusa guainiae</i>	6451.81149	3225.906
<i>Ficus maxima</i>	5496.065299	2748.033
<i>Buchenavia grandis</i>	5120.344895	2560.172
<i>Brosimum rubescens</i>	5089.261917	2544.631
<i>Ficus yopoensis</i>	4916.918813	2458.459

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Figura 22. Representa los cálculos de biomasa y stock de carbono almacenado, en 1 ha de bosque agujal mixto, en la localidad de Planchón Distrito Las Piedras.



La tabla 21, 22, 23 y figuras 20, 21 y 22), muestran la relación entre la biomasa y el carbono de diversas especies en términos de kilogramos por hectárea (Kg/ha). *Mauritia flexuosa* destaca como la especie con la mayor biomasa (25,567.12 Kg/ha) y captura de carbono (51,134.24 Kg/ha), seguida por *Cariniana domestica* (13,660.73 Kg/ha en biomasa y 27,321.46 Kg/ha en carbono), y *Ficus americana* (13,175.20 Kg/ha en biomasa y 26,350.40 Kg/ha en carbono). La relación entre biomasa y carbono varía, siendo algunas especies más eficientes en la captura de carbono, como *Mauritia flexuosa*, que tiene una captura de carbono más de dos veces mayor que su biomasa, mientras que otras especies muestran una relación más equilibrada, como *Ficus yopoensis* (4,916.92 Kg/ha en biomasa y 4,916.92 Kg/ha en carbono). En general, gran parte de las especies parecen mostrar una tendencia a capturar más carbono que biomasa, lo que es un indicador positivo para su potencial en mitigación del cambio climático y secuestro de carbono.

#### 4.6.3. Producción y cosecha de frutos de aguaje.

*Tabla 23. Representa la productividad de Aguaje en 1 hectárea de Bosque Aguajal Mixto, en el Distrito Las Piedras, Dpto de Madre de Dios.*

Nº	Código	Subparcela	X	Y	DAP (m)	Altura (m)	Peso racimo (Kg)	Peso Frutos (Kg)
1	18	1	480208.5	8651461.8	24.5	18	125	96
2	94	3	480210	8651503	33	10	120	92
3	109	3	480214	8651511	27	14	110	90
4	117	3	480203.5	8651510.5	35	25	120	85
5	119	4	480203	8651514	26	24	90	80
6	120	4	480203	8651514	30	20	110	89
7	180	5	480209	8651548	41	18	125	94
8	232	7	480223.64	8651521.64	31	18	80	75
9	341	10	480231.14	8651470.14	29	25	100	80
10	345	10	480230.14	8651470.14	22	15	120	79
11	348	10	480222.14	8651466.14	26	20	127	94
12	350	11	480241.14	8651456.14	35	22	90	86
13	352	11	480246.14	8651457.14	28	16	130	94
14	354	11	480243.14	8651463.14	34	18	110	80
15	358	11	480252.14	8651465.14	33	20	90	75
16	361	11	480252.14	8651454.14	27	25	120	82
17	362	11	480253.14	8651453.64	29	25	80	72
18	368	11	480259.14	8651469.14	32	15	98	80
19	374	11	480251.14	8651472.14	32	24	120	90
20	397	12	480253.14	8651492.14	30	18	125	96
21	401	12	480247.14	8651483.14	33	18	80	60
22	408	13	480243.14	8651500.14	32	20	90	64
23	410	13	480241.64	8651504.14	32	18	110	85
24	437	14	480242.64	8651530.14	29	15	124	89
25	467	15	480244.14	8651550.14	38	18	110	79
26	539	17	480267.84	8651531.94	43	12	120	80
27	556	18	480267.14	8651505.14	36	14	110	80
28	559	18	480278.64	8651511.64	32	16	120	80
29	562	18	480277.24	8651503.14	32	18	90	67
30	579	19	480268.64	8651486.94	36	14	120	84
31	586	19	480276.94	8651489.14	32	14	110	80
32	606	20	480273.14	8651461.14	33	14	90	70
33	622	20	480281.14	8651472.14	29	14	60	50
34	626	20	480273.24	8651460.24	27	12	110	74
35	641	21	480292.94	8651453.64	25	15	120	80
36	662	22	480298.14	8651483.14	37	16	125	90
37	665	22	480299.14	8651473.64	32	16	125	94
38	683	23	480289.44	8651512.04	38	16	120	82

39	688	23	480293.14	8651506.84	35	16	110	76
40	689	23	480293.44	8651507.14	36	16	125	94
						Total		3267

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024

La tabla 24, nos muestra que, durante el trabajo de campo en la evaluación del aguajal mixto de junio a octubre de 2024, los árboles de aguaje reportado son 102/ha, de los cuales sólo 40 adultos estaban en fructificación. El rendimiento de estos 40 árboles es de 3267 kg/ha, (3,267 tn/ha), con un promedio de producción de 81.695/palmera/año, para la cosecha 2024. (Ver Anexo 12)

El área total de aguajal es de 11 hectareas, en consecuencia la estimación de rendimiento sería:

#### Datos Iniciales

**Densidad de árboles:** 102 árboles/ha

**Número de árboles adultos en fructificación:** 40

**Producción total en 1 hectárea:** 3267 kg

**Producción promedio por árbol adulto:** 81.695 kg

Cálculo del Rendimiento Total para 11 Hectáreas

**Producción total de aguaje en 1 hectárea:** 3267 kg.

**Producción total estimada para 11 hectáreas:**

Producción total/ha = Producción/ha x Número total de hectáreas

Producción total/ha = 3267/ha x 11 ha

Producción total/ha = 35,937kg

#### Resumen:

La estimación del rendimiento total de aguaje para 11 hectáreas sería aproximadamente 35,937 kg. Este cálculo asume que las condiciones de producción se mantienen constantes y que el rendimiento por hectárea es representativo del área total.

Se ha verificado que los frutos de aguaje, sirven como recurso directo a la fauna silvestre (mamíferos y aves), y proporciona también un recurso alimenticio y económico a los pobladores del sector de Planchón, Distrito Las Piedras.

Se estima que la productividad de frutos de aguaje para las 11 hectáreas aproximadamente de aguajal mixto, en el área de estudio evaluado sería de 35,937 Kg (35 ton aproximadamente). Estos datos son importantes, ya que existen algunos factores climatológicos que pueden influir en el estado fenológico y en la producción y productividad del fruto de aguaje y otras especies de palmeras claves en el ecosistema (como la sequía prolongada de este año 2024). Otro aspecto fundamental es que, de acuerdo a nuestras observaciones y evaluaciones, la mayor proporción de los frutos, son consumidos por la fauna silvestre, muchos de los cuales caen al suelo. La población no aprovecha en su totalidad los frutos, caen y esto es importante para la regeneración natural de los aguajales.

#### **4.7. Resultados respecto a la valoración de los servicios ecosistémicos**

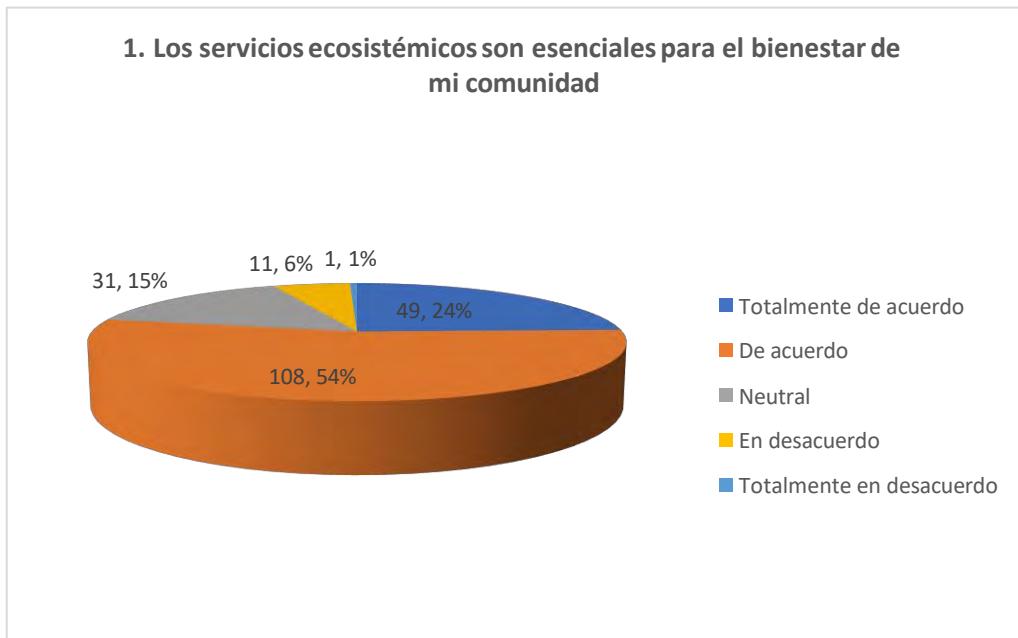
Para el análisis de la investigación, respecto a la variable: Servicios ecosistémicos y cuantificar la valoración sobre la percepción de la importancia de los servicios ecosistémicos del bosque aguajal mixto, se realizó siguiendo los pasos metodológicos descritos en el capítulo III. Este proceso incluyó la aplicación de un cuestionario de 10 preguntas cerradas, aplicados a 200 pobladores de la localidad de Planchón, Distrito Las Piedras. Los resultados fueron obtenidos mediante el instrumento denominado Cuestionario para los pobladores, que evaluó tanto la variable y la respectiva dimensión. Se presenta los más relevantes en el análisis y cifras para la valoración sobre la percepción de la importancia por las comunidades locales de los servicios ecosistémicos y el nivel de dependencia económica y social de los recursos del aguajal.

##### **4.7.1. Valoración sobre la percepción de la importancia por comunidades locales de los servicios ecosistémicos de los aguajales.**

Los resultados muestran que la comunidad de Planchón atribuye una **alta importancia a los servicios ecosistémicos del aguajal mixto**. Alrededor de cuatro quintas partes de los encuestados consideran que estos ecosistemas son esenciales para el bienestar comunitario (Figura 23), y la gran mayoría reconoce su rol en el **mantenimiento de la calidad del agua** (Figura 24). Asimismo, casi todos coinciden en que la conservación de los aguajales resulta clave para **mitigar los efectos del cambio climático** (Figura 25).

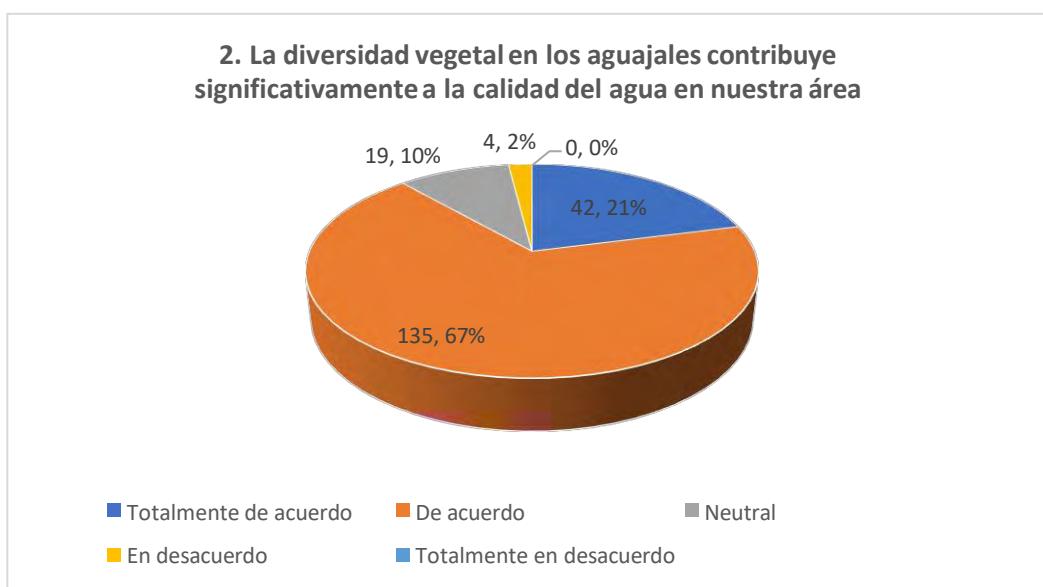
En el plano social, prácticamente la totalidad de la población respalda la **educación ambiental** y manifiesta disposición para **participar en actividades de conservación** (Figura 26). Estos hallazgos reflejan un fuerte consenso sobre el valor ecológico y social de los aguajales, así como un compromiso comunitario hacia su gestión sostenible.

*Figura 23. Representa los valores respecto a cómo los servicios ecosistémicos del bosque aguajal mixto son esenciales para el bienestar de la comunidad.*



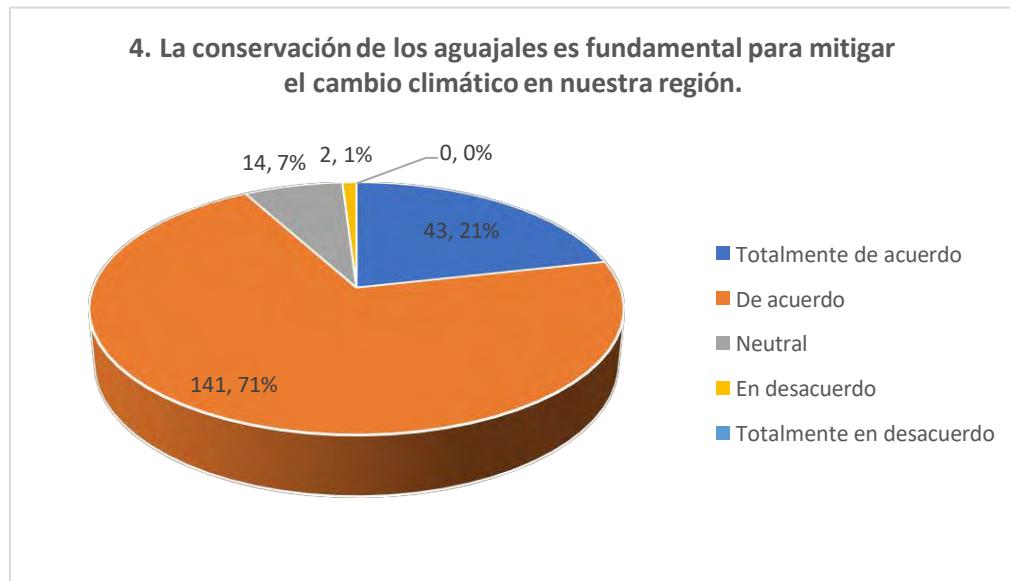
Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

*Figura 24. Representa los valores respecto a cómo la diversidad vegetal en los aguajales contribuye a la calidad del agua en nuestra comunidad.*



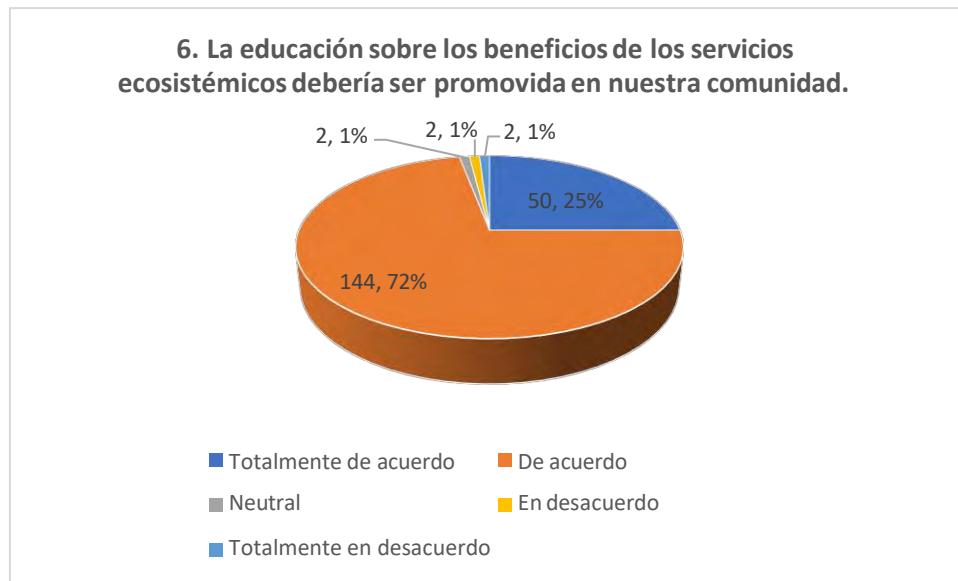
Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

*Figura 25. Representa los valores respecto a cómo la conservación de los agujales es fundamental para mitigar el cambio climático en nuestra región.*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

*Figura 26. Representa los porcentajes de cómo la educación sobre los beneficios de los servicios ecosistémicos debería ser promovida en nuestra comunidad.*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

En síntesis, los aguajales son percibidos como pilares del **bienestar, seguridad hídrica, regulación climática y cohesión social**. La comunidad no solo reconoce su importancia, sino que también está abierta a comprometerse activamente en su conservación.

Análisis/Interpretación Sintética:

La comunidad de Planchón posee una valoración socio-ecológica sofisticada y elevada de los aguajales. No solo los percibe como una despensa de recursos (dimensión utilitaria), sino que comprende profundamente sus funciones de regulación global (secuestro de carbono) y local (calidad del agua). Esta percepción positiva, donde el ecosistema es visto como un pilar para el bienestar, constituye un capital social invaluable para la gobernanza y el éxito de cualquier iniciativa de conservación o manejo sostenible. Indica que los programas de educación ambiental y concientización encuentran un terreno fértil.

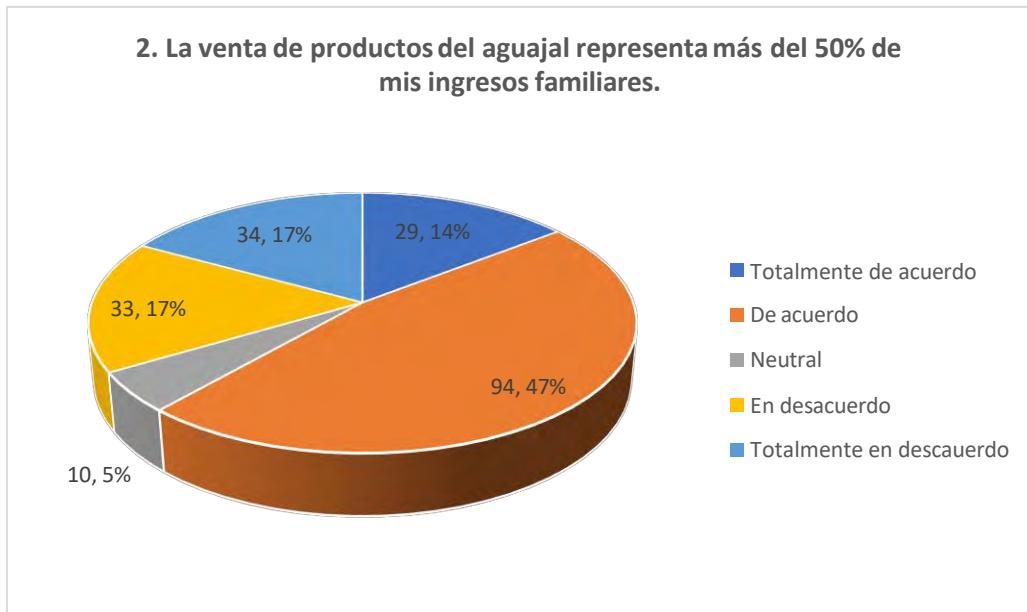
#### **4.7.2. Nivel de dependencia económica y social de los recursos del aguajal**

En cuanto a la dimensión económica, cerca de dos tercios de los encuestados reconocen que los productos del aguajal representan una fuente significativa de **ingresos familiares** (Figura 27), y más de la mitad señala que la **cosecha y venta de aguaje** constituye un componente importante de su economía (Figura 28).

En relación con la seguridad alimentaria, una proporción considerable considera que los frutos de aguaje son **esenciales en la dieta local** (Figura 29). La mayoría coincide además en que la **extracción sostenible del recurso contribuye a mejorar la calidad de vida** (Figura 30). Finalmente, casi todos reconocen que el **manejo sostenible de los aguajales es crucial para el futuro de la comunidad** (Figura 31).

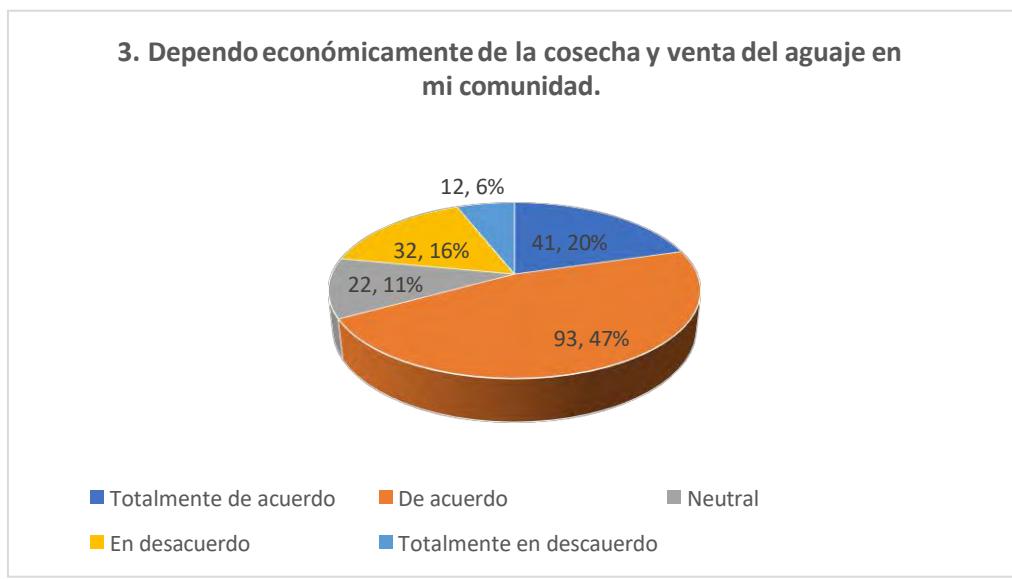
En síntesis, los resultados reflejan que, aunque la dependencia económica hacia los aguajales es **moderada y variable entre familias**, existe un reconocimiento general de su importancia para la **dieta, los ingresos y la sostenibilidad comunitaria**, acompañado de una elevada disposición para participar en prácticas de manejo responsable.

*Figura 27. Representa los porcentajes de cómo la, venta de productos de aguajal representa más del 50% de los ingresos familiares.*



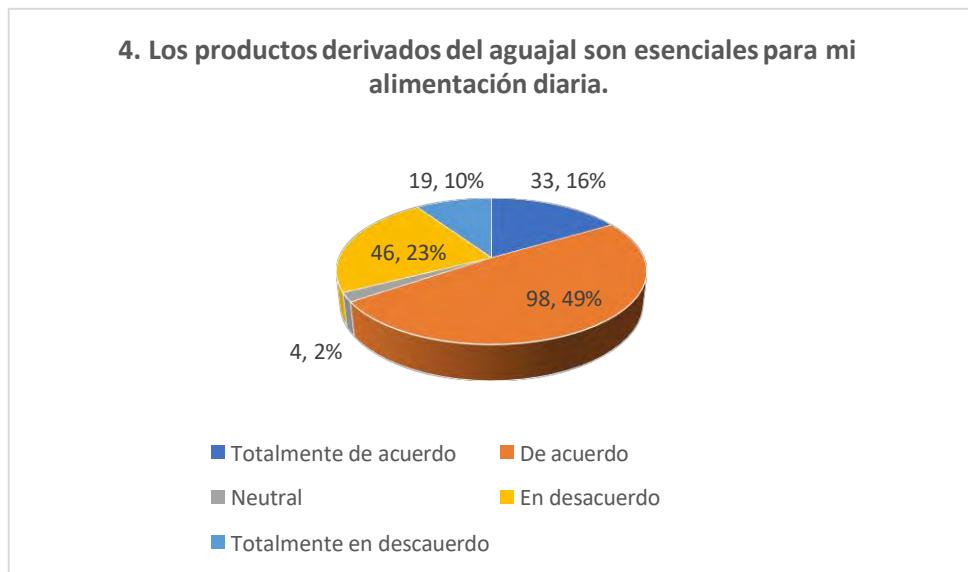
Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo,2024.

*Figura 28. Representa los porcentajes de la dependencia de la cosecha de aguaje y venta del aguaje en la comunidad.*



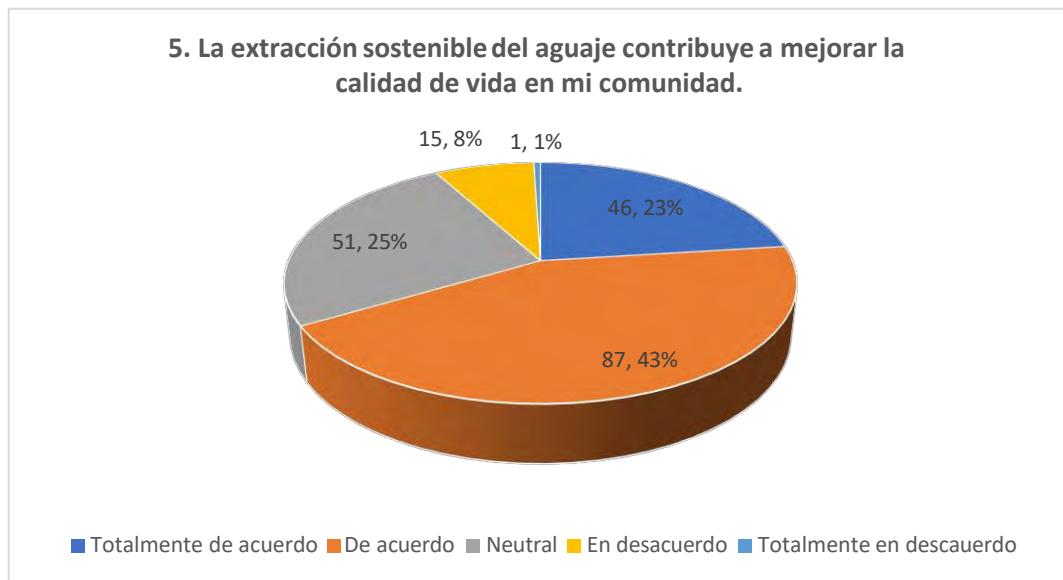
Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

*Figura 29. Representa los porcentajes que los productos derivados del aguajal son esenciales para la alimentación diaria de la comunidad.*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo,2024.

*Figura 30. Representa los porcentajes sobre si la extracción sostenible del aguaje contribuye a mejorar la calidad de vida en la comunidad.*



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo,2024.

Figura 31. Representa los porcentajes respecto a que si los comuneros están dispuestos a participar en iniciativas que promuevan el uso sostenible de los recursos del aguajal.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

#### Análisis/Interpretación Sintética:

La relación de la comunidad con el aguajal es **multidimensional y predominantemente de subsistencia y cultura**, más que de mercado. Si bien existe una actividad económica derivada, esta es secundaria. Este perfil de dependencia es crucial para la planificación: sugiere que los incentivos para la conservación deben apelar más a **garantizar la seguridad alimentaria y la preservación cultural** que a promesas de grandes ganancias económicas. La coexistencia con la fauna silvestre, que consume gran parte del recurso, es un factor inherente al sistema que debe ser gestionado, no eliminado, destacando el equilibrio necesario entre aprovechamiento y conservación de la biodiversidad.

Tabla 24. Síntesis de la percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos de los agujales (Planchón, 2024)

Dimensión	Indicador / Pregunta clave	Tendencia observada	Interpretación / Hallazgo
Ambiental	Servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar (Fig. 23)	Alrededor de cuatro quintas partes de los encuestados	Reconocimiento general de que los agujales son vitales para el bienestar comunitario.
	Diversidad vegetal y calidad del agua (Fig. 24)	La gran mayoría lo reconoce	Alta conciencia del rol ecológico de los agujales en la calidad hídrica.
	Conservación de agujales y cambio climático (Fig. 25)	Casi todos coinciden	La comunidad entiende que la conservación contribuye a mitigar el cambio climático.
Social	Educación ambiental y sensibilización (Fig. 27)	Prácticamente toda la comunidad lo respalda	Amplio apoyo a programas de educación y participación en conservación.
	Disposición a participar en manejo sostenible (Fig. 41)	Casi todos expresan disposición	Compromiso comunitario activo hacia la sostenibilidad.
Económica	Recursos del agujal como fuente de ingresos (Fig. 33/34)	Más de la mitad depende económicamente en distinta medida	Dependencia económica moderada, con variación entre familias.
	Productos del agujal en la dieta diaria (Fig. 35)	Una proporción considerable lo considera esencial	Importancia alimentaria y nutricional reconocida.
	Extracción sostenible mejora la calidad de vida (Fig. 36)	La mayoría lo afirma	Valoración positiva de prácticas sostenibles vinculadas al aguaje.

Dimensión	Indicador / Pregunta clave	Tendencia observada	Interpretación / Hallazgo
	Manejo sostenible crucial para el futuro (Fig. 41)	Casi todos reconocen lo	Alta conciencia sobre la necesidad de gestión sostenible a largo plazo.

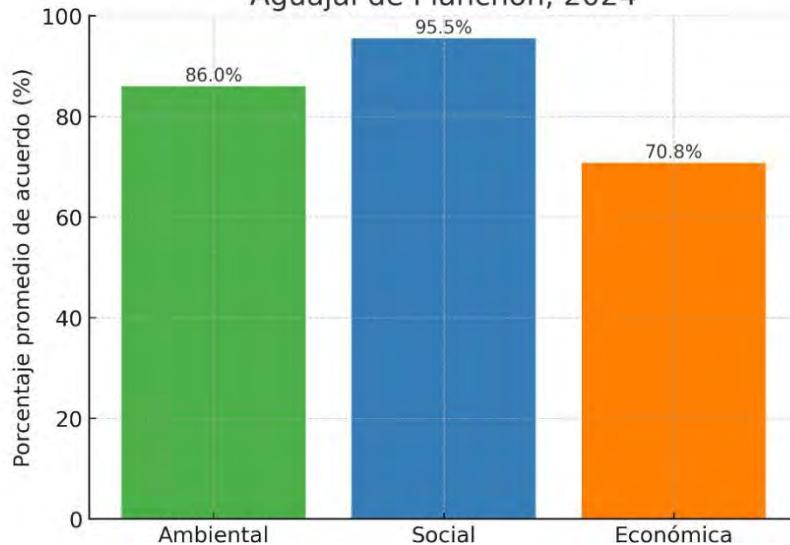
Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

En la figura 32, representa un **gráfico de barras de síntesis** que muestra los porcentajes promedio de acuerdo por dimensión (ambiental, social y económica) respecto a la percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos del aguajal en Planchón (2024).

Figura 32. Síntesis de percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos.

#### Síntesis de percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos

Aguajal de Planchón, 2024



Fuente:

Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

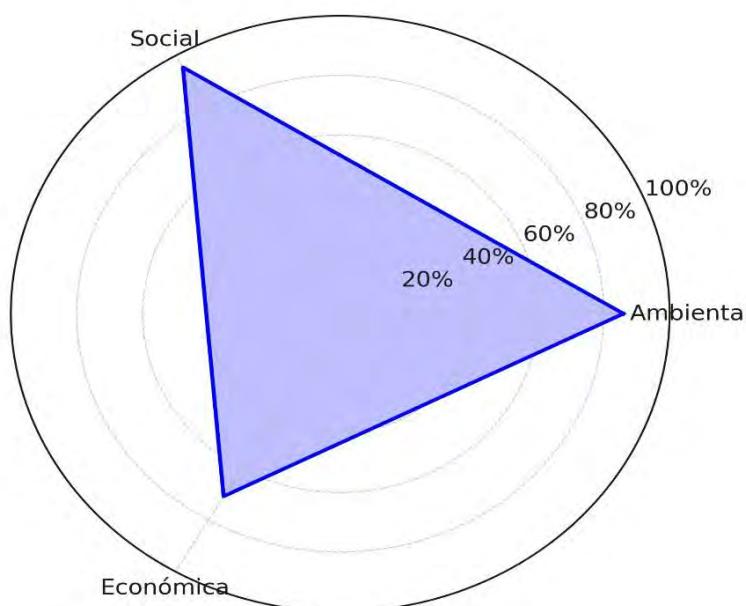
#### Interpretación rápida:

La **percepción ambiental** ( $\approx 86\%$ ) y la **social** ( $\approx 96\%$ ) son muy altas, reflejando gran conciencia y compromiso comunitario.

- La **económica** ( $\approx 71\%$ ) es también significativa, pero con mayor variabilidad, lo que muestra dependencia moderada y diversificación de ingresos.

Figura 33. Síntesis comparativa de percepción y dependencia de los servicios ecosistémicos.

Síntesis comparativa de percepción y dependencia  
Servicios ecosistémicos - Aguajal de Planchón (2024)



Elaboración propia en base a datos de campo, 2024.

**Interpretación:** La figura 33, representa el gráfico radar muestra que la **percepción social** de los servicios ecosistémicos alcanza los valores más altos ( $>95\%$ ), seguida por la **dimensión ambiental** ( $\approx 86\%$ ), mientras que la **dependencia económica** presenta un nivel moderado ( $\approx 71\%$ ). Estos resultados reflejan que la comunidad valora fuertemente los agujales por su función ecológica y social, aunque su contribución económica es importante pero más variable entre familias.

El gráfico radar evidencia que la **valoración social** de los servicios ecosistémicos de los aguajales alcanza los niveles más altos ( $\approx 96\%$ ), seguida por la **dimensión ambiental** ( $\approx 86\%$ ), lo que demuestra un reconocimiento amplio de la comunidad sobre el rol de estos ecosistemas en la conservación de la biodiversidad, la calidad del agua y la regulación climática. En contraste, la **dependencia económica** ( $\approx 71\%$ ) se presenta en un nivel moderado, lo que sugiere que, si bien los recursos del aguajal representan una fuente relevante de ingresos y alimentación, la población mantiene cierta diversificación de actividades productivas. Estos hallazgos se alinean con la literatura sobre servicios ecosistémicos en la Amazonía, que destaca la función de los aguajales como pilares socioecológicos donde prevalecen los beneficios culturales y ambientales sobre los puramente económicos (Junk et al., 2011; Bodmer & Puertas, 2013).

#### **4.8. DISCUSIÓN**

##### **Composición florística y estructura del aguajal**

La composición florística registrada en el aguajal mixto de Planchón evidencia el **rol central de *Mauritia flexuosa* L.f.**, como especie dominante, acompañada por palmeras y especies arbóreas adaptadas a condiciones de humedal. Este patrón es consistente con lo reportado por Kahn & Mejía (1990) y Ríos et al. (2014), quienes destacan que los aguajales amazónicos, incluso cuando presentan cierto grado de antropización, mantienen una estructura **marcada por la abundancia y dominancia de la palma de aguaje**.

En cuanto a la **estructura poblacional**, la distribución diamétrica refleja una **amplia representación de individuos en clases medias y avanzadas**, lo que sugiere procesos de regeneración en curso, aunque con señales de presión extractiva en los individuos femeninos, tal como también documentaron Horn et al. (2012) en Loreto y Flores & Pinedo (2015) en Madre de Dios. Este hallazgo indica la necesidad de reforzar prácticas de manejo sostenible que eviten la sobreexplotación selectiva.

##### **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Los resultados de IVI muestran que pocas especies concentran gran parte de la dominancia, frecuencia y abundancia relativa, lo cual es un rasgo característico de los **aguajales monodominantes o mixtos** (Pitman et al., 2001; Gilmore et al., 2013). La alta contribución de *M. flexuosa* confirma su papel como **especie clave (keystone species)** en la provisión de servicios ecosistémicos, particularmente frutos para fauna y comunidades humanas, además de estructura y soporte del ecosistema.

##### **Biomasa aérea acumulada y stock de carbono**

La biomasa acumulada en el aguajal de Planchón se encuentra dentro del rango de valores estimados para humedales amazónicos. Draper et al. (2014) reportaron que los aguajales en Perú y Bolivia almacenan entre 120

y 300 Mg C/ha, lo que coincide con los valores de este estudio. La elevada contribución de unas pocas especies dominantes al **stock total de carbono** se ajusta a lo descrito por Malhi et al. (2006) y Phillips et al. (2009), quienes demostraron que en los bosques amazónicos un número reducido de especies concentra de manera desproporcionada la biomasa. Comparativamente, los valores encontrados en Planchón son **ligeramente menores que los registrados en bosques de tierra firme amazónicos** (frecuentemente >350 Mg C/ha según Saatchi et al., 2011), pero son consistentes con los de **ecosistemas inundables y aguajales**, donde la productividad primaria y acumulación de biomasa está condicionada por el régimen hídrico y la composición dominada por palmeras. No obstante, los aguajales cumplen un papel singular como **sumideros de carbono en suelos orgánicos** (turberas), que no siempre se refleja en las estimaciones de biomasa aérea.

Este aspecto es relevante porque, aunque los stocks de carbono aéreo en los aguajales pueden ser menores que en bosques de tierra firme, la **reserva de carbono subterráneo en suelos de turba puede superar ampliamente esos valores** (Draper et al., 2014). Así, los aguajales de Madre de Dios, incluidos los de Planchón, constituyen ecosistemas estratégicos no solo por su biodiversidad, sino también por su **potencial en la mitigación del cambio climático global**.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- 5.5.1. Diversidad vegetal:** La comunidad vegetal del aguajal mixto de Planchón presenta una **alta riqueza florística** y estructura poblacional dominada por *Mauritia flexuosa* L.f., y especies asociadas, con índices de diversidad comparables a los reportados en otros bosques amazónicos. (*Pregunta 1 – Objetivo específico 1*).
- 5.5.2. Regulación climática (stock de carbono):** El ecosistema almacena cantidades significativas de biomasa y carbono, con especies dominantes que concentran gran parte del servicio, confirmando el papel de los aguajales como **sumideros de carbono estratégicos**. (*Pregunta 2 – Objetivo específico 2*).
- 5.5.3. Aprovisionamiento (producción de frutos):** La producción estimada de aguaje demuestra que este recurso representa un **aporte clave para la dieta y economía local**, constituyéndose en uno de los principales servicios de aprovisionamiento del ecosistema. (*Pregunta 3 – Objetivo específico 3*).
- 5.5.4. Percepción comunitaria:** La población de Planchón muestra una **alta valoración de los servicios ecosistémicos** (ambientales, sociales y culturales) y un nivel de dependencia económica **moderado pero relevante**, lo que abre oportunidades para estrategias de manejo sostenible y conservación participativa. (*Pregunta 4 – Objetivo específico 4*).

## 5.2. RECOMENDACIONES

### a) Para la gestión y el manejo sostenible del aguajal

**Implementar prácticas de cosecha sostenible del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.)**, priorizando técnicas de trepado y recolección manual, con el fin de evitar la tala de palmas femeninas reproductoras, asegurando la regeneración natural y la continuidad del recurso.

**Fomentar planes de manejo participativo** que integren a la comunidad de Planchón en la toma de decisiones, promoviendo acuerdos locales para regular la intensidad y periodicidad de la extracción de frutos y otros recursos del aguajal.

**Valorar los servicios ecosistémicos en políticas locales** de desarrollo territorial y ordenamiento ambiental, incorporando el rol de los aguajales en la regulación climática, la provisión de agua y la seguridad alimentaria.

### b) Para la conservación de los aguajales en Madre de Dios

**Declarar zonas de conservación comunitaria o corredores de aguajales**, garantizando la conectividad ecológica con otros ecosistemas amazónicos y fortaleciendo la resiliencia frente a presiones antrópicas (deforestación, agricultura migratoria, infraestructura).

**Incentivar proyectos de restauración ecológica** en áreas degradadas mediante la reintroducción de plántulas de *M. flexuosa* y especies asociadas, apoyándose en conocimientos tradicionales y experiencias exitosas en la Amazonía.

**Desarrollar programas de educación ambiental y sensibilización comunitaria**, enfatizando la importancia del manejo sostenible y el valor de los aguajales como patrimonio natural y cultural.

### c) Para futuras investigaciones

**Ampliar estudios de biomasa y carbono en suelos de turba**, ya que este estudio se centró en la biomasa aérea; sin embargo, el potencial de almacenamiento subterráneo en aguajales podría ser mayor y estratégico frente al cambio climático.

**Realizar monitoreos longitudinales de diversidad vegetal y estructura poblacional**, para identificar tendencias de regeneración o degradación a lo largo del tiempo y evaluar la efectividad de medidas de manejo.

**Explorar la relación entre servicios ecosistémicos y seguridad alimentaria local**, profundizando en la dependencia estacional de frutos

de aguaje y otros recursos, así como en la resiliencia de la comunidad ante cambios climáticos o de mercado.

**Analizar escenarios de valorización económica de los servicios ecosistémicos** (ej. bonos de carbono, certificación de productos no maderables, ecoturismo), de modo que se generen incentivos tangibles para la conservación y el uso sostenible de los aguajales.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, W. (2018). El aguaje - Mauritia flexuosa. Obtenido de <https://www.cima.org.pe/files/images/publicaciones/pdf/CIMA-2012-cartilla-revalorizacion-del-aguaje.pdf>
- Aguirre, R.W. (2012) Manejo Sostenible del Aguaje en la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul. CIMA. [www.cima.org.pe](http://www.cima.org.pe)
- Bautista, N. P. (2011). Proceso de la investigación cualitativa: Epistemología, metodología y aplicaciones. Manual Moderno.
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- Cahuana, E. & Román, J. (2022). Servicios ecosistémicos y la conservación de plantas etnomedicinales del bosque de Las Nuwas, distrito de Awajún, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1700>
- Callomamani, G. (2023). *Diversidad y valoración de especies arbóreas en la comunidad nativa Matsigenka Palotoa Teparo, provincia de Manu - Madre de Dios* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/1011/004-2-3-157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campos, G., Reyes, V., & Plateros, P. (2023). Diversidad vegetal del sotobosque en rodales de Oyamel en Aquixtla, Puebla, México. Obtenido de Artículo científico. Revista Mexicana de Agroecosistemas: <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/367>

Cano, Á., & Stevenson, P. (2009). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v12n1/v12n1a06.pdf>

Chave, J., Condit, R., Lao, S., Caspersen, J. P., Foster, R. B., & Hubbell, S. P. (2003). Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. *Journal of Ecology*, 91(2), 240-252. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00757.x>

Chave, J., Réjou-Méchain, M., Bürquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., ... & Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177-3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>. (Para la ecuación de biomasa de árboles en humedales)

Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>

Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S., & Guariguata, M. R. (1998). Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. In *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies* (pp. 285-309). Parthenon Publishing.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Del Castillo , D., Freitas, L., & Del Aguila, J. (2022). El aguaje, superalimento amazónico. Obtenido de <https://profonganpe.org.pe/wp-content/uploads/2022/02/Aguaje.pdf>

- Di Prinzipio, C. (2023). Qué son los servicios ecosistémicos. Obtenido de <https://www.acercaciencia.com/2023/02/02/servicios-ecosistemicos-conceptos-estado-y-reflexiones/>
- Díaz, E. (2023). Índices de Diversidad - ecología. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/ndices-de-diversidad-ecologappt/264850834>
- Díaz, S., Kattge, J., Cornelissen, J. H. C., Wright, I. J., Lavorel, S., Dray, S., Reu, B., Kleyer, M., Wirth, C., Prentice, I. C., Garnier, E., Bönisch, G., Westoby, M., Poorter, H., Reich, P. B., Moles, A. T., Dickie, J., Gillison, A. N., Zanne, A. E., ... Gorné, L. D. (2016). The global spectrum of plant form and function. *Nature*, 529(7585), 167-171. <https://doi.org/10.1038/nature16489>
- Dueñas, et.al (2012). Diversidad, composición florística y stock de carbono almacenado en la biomasa de dos hectáreas de bosque húmedo tropical en la Reserva Ecológica de Inkaterra, Tambopata – Madre de Dios (2012).
- Dupuy, J., Hurtado, M., Jiménez, J., & Montañez, P. (2023). Diversidad arbórea y carbono almacenado en selvas bajo manejo forestal comunitario en Yucatán, México. 44(1), 45-58. Obtenido de Universidad Autónoma de Yucatán: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712022000300107&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712022000300107&script=sci_arttext)
- Draper, F. C., Roucoux, K. H., Lawson, I. T., Mitchard, E. T. A., Coronado, E. N. H., Lähteenoja, O., ... & Baker, T. R. (2014). The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. *Environmental Research Letters*, 9(12), 124017. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124017>
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W., & Willoughby, J. W. (1998). *Measuring and monitoring plant populations*. Bureau of Land Management. BLM/RS/ST-98/005+1730.
- Farfán, J. (2021). *Diversidad y composición florística de árboles en el cerro soga de oro, distrito y provincia de Manu* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio institucional. Repositorio Unamad: <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/734>

Favero, H. (2021). Relación entre la degradación y la calidad del agua en tres agujales de la cuenca del Río Itaya (Loreto) [Tesis de maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio institucional. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/2122/TL-Favero%20F-Ext.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

FEMA. (2021). Fiscalía Especializada en Materia Ambiental de Madre de Dios. Obtenido de <https://portal.mpfn.gob.pe/fema/home.php>

Ferreira, M. J., Santos, J. R., da Costa, R. C., & de Almeida, A. S. (2020). Palm diversity and aboveground biomass in a seasonally flooded forest in the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 50(3), 205-215.

Finegan, B. (2014). *The ecology and conservation of tropical forest biodiversity*. INBio.

Fischer, T. B., & Nijkamp, P. (2023). *Handbook of environmental impact assessment*. Edward Elgar Publishing

Flores, S., & Pinedo, D. (2015). Manejo y aprovechamiento sostenible del aguaje en Madre de Dios. *Revista Peruana de Biología*, 22(3), 313-322.

Freitas, L. (2012). Impacto del aprovechamiento en la estructura, producción y valor de uso del aguaje en la Amazonía peruana. Obtenido de: [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8145/Impacto\\_del\\_aprovechamiento\\_en\\_la\\_structura.pdf?sequence=3](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8145/Impacto_del_aprovechamiento_en_la_structura.pdf?sequence=3)

Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1), 1-34. <https://doi.org/10.2307/2399464>

Gilmore, M. P., Endress, B. A., & Horn, C. M. (2013). The socio-cultural importance of Mauritia flexuosa palm swamps (aguajales) and implications for multi-use management in two Maijuna communities of the Peruvian Amazon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 29. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-29>

Goodman, R. C., Phillips, O. L., & del Castillo Torres, D. (2013). Amazonian palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management*, 310, 994-1004. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.045>. (Para la ecuación de biomasa específica de Mauritia flexuosa)

Gobierno Regional de Madre de Dios (GOREMAD). (2019). Zonificación Ecológica y Económica de Madre de Dios (ZEE). <https://www.gob.pe/institucion/regionmadrededios/informes-publicaciones/292061-ee-de-madre-de-dios>

González, C.A. & Torres, R.G (2010) Manual de Cultivo de Aguaje. IIAP. www.iiao.org.pe

Gonzalez, L. F., del Águila-Pérez, R., & Mitchell, A. (2021). Ecosystem services provided by degraded Amazonian peatlands: A baseline assessment. *Wetlands Ecology and Management*, 29(4), 515-530.

Grifa, M. (2023). Comparación de la diversidad arbórea de dos tipos de bosque en los sectores de Fitzcarrald y Monte Sinai, distrito y provincia de Tambopata [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/963/004-2-3-148.pdf?sequence=1&isAllowed=>

Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1. European Environment Agency. <https://cices.eu/>

Hergoualc'h, K., Gutiérrez-Vélez, V. H., Menton, M., & Verchot, L. V. (2017). Characterizing degradation of palm swamp peatlands from space and on the ground: An exploratory study in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*, \*393\*, 63-73. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.016>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education. (p. 176).

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Herrera, N. (2023). Cobertura forestal o boscosa. Obtenido de [https://www.inec.gob.pa/redpan/sid/meta/META/Cobertura\\_forestal\\_o\\_boscosa.htm](https://www.inec.gob.pa/redpan/sid/meta/META/Cobertura_forestal_o_boscosa.htm)

Hidalgo Pizango, C. G., Ramos Fernández, J. M., & García Mendoza, G. (2022). Potencial económico y nutricional del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en la Amazonía peruana: Una revisión. *Scientia Agropecuaria*, \*13\*(1), 87-96. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.008>

Honorio Coronado, E. N., Hastie, A., Reyna, J., Flores, G., Grández, J., & Lähteenoja, O. (2019). Ecosystem services from peatlands: The case of the Peruvian Amazon. *Mires and Peat*, \*24\*, Article 20. <http://doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.361>

Horn, C. M., Endress, B. A., & Gilmore, M. P. (2012). *Mauritia flexuosa* palm swamps: Composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management*, 268, 39-49.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.009>

Horn, C. M., Gilmore, M. P., Endress, B. A., & Peterson, D. (2012). The ecological and social dimensions of palm resource use in Amazonian Peru. *Human Ecology*, 40(6), 791-807. <https://doi.org/10.1007/s10745-012-9525-8>

Hua, Y., Page, S. E., & Agus, F. (2022). Carbon storage in tropical peat swamp forests: A case study from a degraded ecosystem in Sumatra. *Science of The Total Environment*, 806, 150541.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

(Para el factor de conversión de biomasa a carbono: 0.47)

Jan, S. (2022). Aguaje Características. Obtenido de  
<https://es.scribd.com/document/554013964/AGUAJE-Caracteristicas>

Janovec, John, et. al., 2013, Janovec, J. P., Tobler, M., Householder, E., Chambi, B., Wells, J., Lascurain, J., Brightsmith, D., Jacobs, J., Leclaire, N., Vela, G., Rubio, H., Herrera, J., & Roit, G. D. (2013). Evaluación de los actuales impactos y amenazas inminentes en agujales y cochas de Madre de dios, Perú. WWF, Lima, Peru.

Kahn, F., & Mejía, K. (1990). Palm communities in wetland forest ecosystems of Peruvian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 33/34, 169-179.  
[https://doi.org/10.1016/0378-1127\(90\)90196-Y](https://doi.org/10.1016/0378-1127(90)90196-Y)

Kent, M. (2012). Vegetation description and data analysis: A practical approach (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Liang, J., Crowther, T. W., Picard, N., Wiser, S., Zhou, M., Alberti, G., Schulze, E.-D., McGuire, A. D., Bozzato, F., Pretzsch, H., de-Miguel, S., Paquette, A., Hérault, B., Scherer-Lorenzen, M., Barrett, C. B., Glick, H. B., Hengeveld, G. M., Nabuurs, G.-J., Pfautsch, S., ... Reich, P. B. (2016). Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science*, 354(6309), aaf8957. <https://doi.org/10.1126/science.aaf8957>

Lopez-Malagón, F. R., Duque, A., & Carreno, D. (2019). Comparative study of tree diversity and soil carbon in upland and flooded forests in the Amazon border. *Forest Ecology and Management*, 432, 560-569.

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing.  
 (Para los fundamentos de los índices de diversidad Shannon, Simpson, etc.)

Malhi, Y., Phillips, O. L., Lloyd, J., Baker, T., Wright, J., Almeida, S., Arroyo, L., Frederiksen, T., Grace, J., Higuchi, N., Killeen, T., Laurance, W. F., Leaño, C., Lewis, S., Meir, P., Monteagudo, A., Neill, D., Núñez Vargas, P., Panfil, S. N., ... Vinceti, B. (2002). An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). *Journal of Vegetation Science*, 13(3), 439-450. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02068.x>

Malhi, Y., et al. (2006). The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*, 12(7), 1107-1138.

Martínez, C. (2012). La riqueza de especies vegetales favorece la resistencia de los ecosistemas a la desertificación. Obtenido de <https://www.mncn.csic.es/es/comunicacion/blog/la-riqueza-de-especies-vegetales-favorece-la-resistencia-de-los-ecosistemas-la>

McCann, K. S. (2000). The diversity-stability debate. *Nature*, 405(6783), 228-233. <https://doi.org/10.1038/35012234>

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.

Melic, A. (1993). Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. Obtenido de [http://sea-entomologia.org/PDF/ZAPATERI\\_3/Z03-015-097.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/ZAPATERI_3/Z03-015-097.pdf)

Ministerio del Ambiente. (MINAM). Diálogos Ambientales: Minería ilegal y minería informal. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/prensa/dialogos-ambientales/dialogos-ambientales-mineria-ilegal-y-mineria-informal/>

Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Clasificación de Especies. Obtenido de <https://clasificacionspecies.mma.gob.cl/>

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2020). \*Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2010 - 2016\*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/11/INGEI-2016.pdf>

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza.

Mukpo, A. (2021). Nuevo estudio: con la degradación de la naturaleza, se reduce la calidad de vida de los humanos. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2021/03/nuevo-estudio-con-la-degradacion-de-la-naturaleza-se-reduce-la-calidad-de-vida-de-los-humanos/>

- Murray, R. y Larry, J. (2005). Estadística. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F.
- Naciones Unidas. (2024). Acción por el Clima. Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Oliver, P. et.al., 2009. Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas. RAINFOR.
- ONU. (2023). Día Internacional de la Diversidad Biológica 2023. Obtenido de <https://www.unep.org/es/events/un-day/dia-internacional-de-la-diversidad-biologica-2023#:~:text=La%20diversidad%20biol%C3%B3gica%20suele%20entenderse,%2C%20bosques%2C%20desiertos%2C%20paisajes%20agr%C3%ADcolas>
- Ortega, F., Escaso, F., & Narváez, I. (2024). Introducción a la diversidad vegetal. Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/uned/diversidad-vegetal/diversidad-vegetal-uned-teoria-completa/79589529>
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Padoch, C. (1988). Aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) in the economy of Iquitos, Peru. *Advances in Economic Botany*, 6, 214-224.
- Phillips, O. L., Baker, T. R., Feldpausch, T. R., & Brien, R. J. W. (2009). *RAINFOR field manual for plot establishment and remeasurement*. <https://www.forestplots.net/>
- Phillips, O. L., et al. (2009). Drought sensitivity of the Amazon rainforest. *Science*, 323(5919), 1344-1347.
- Pitman, N. C. A., et al. (2001). Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, 82(8), 2101-2117.
- Quinteros, V. (2022). Captura de carbono en un aguajal en el Área de Conservación. Obtenido de Repositorio Universidad Católica Sedes Sapientiae:

[https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1608/Quinteros\\_Viviana\\_tesis\\_2022.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1608/Quinteros_Viviana_tesis_2022.pdf?sequence=1)

Quinteros, R. (2022). Captura de carbono en un aguajal en el área de conservación municipal asociación hídrica aguajal renacal Alto Mayo, sector río Avisado [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional.

Quishpe, J., & Simbaña, I. (2015). Status de conservación de una especie. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/status-de-conservacion-de-una-especie/54603244>

Revilla Chavez, J., Lluncor Montalvan, D., García Soria, D., Rojas Mego, K., Abanto Rodriguez, C., Guerra Arevalo, W., Mejía Carhuanca, K., & Del Castillo

Ríos, M., et al. (2014). Diversidad y estructura de los bosques inundables de la Amazonía peruana. *Ecología Aplicada*, 13(2), 115-124.

Ruiz-Murrieta, J., & Levistre-Ruiz, J. (2011a). El aguajal: el bosque de la vida en la Amazonía Peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 1(1), 31. <https://doi.org/10.22386/ca.v1i1.3>

Ruiz-Murrieta, J., & Levistre-Ruiz, J. (2011b). El aguajal: el bosque de la vida en la amazonía peruana.

Rhoton, S. (2023). Contaminación Ambiental. Obtenido de <https://www.significados.com/contaminacion-ambiental/>

Rojas Briceño, N. B., Salas López, R., Gómez Fernández, D., Oliva-Cruz, M., Barboza Castillo, E., & Terrones-Ríos, R. (2021). Use and management of the aguaje palm (*Mauritia flexuosa* L.f.) in the Peruvian Amazon: A review. *Forests*, 12(5), Article 586. <https://doi.org/10.3390/f12050586>

Ropero, S. (2020). Degradación ambiental: qué es, causas, consecuencias y ejemplos. Obtenido de <https://www.ecologaverde.com/degradacion-ambiental-que-es-causas-consecuencias-y-ejemplos-3105.html>

Ropero, S. (2023). Qué es la contaminación ambiental. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-contaminacion-ambiental-3044.html>

Santías, I. (2020). Servicios ecosistémicos: qué son, tipos y ejemplos. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/servicios-ecosistemicos-que-son-tipos-y-ejemplos-2998.html>

Roucoux, K. H., Lawson, I. T., Baker, T. R., Del Castillo Torres, D., Draper, F. C., Lähteenoja, O., Gilmore, M. P., Honorio Coronado, E. N., Kelly, T. J., Mitchard, E. T. A., & Vriesendorp, C. F. (2017). Threats to intact tropical peatlands and opportunities for their conservation. *Conservation Biology*, 31(6), 1283-1292. <https://doi.org/10.1111/cobi.12925>

Siles, F. (2022). *Degradación por corta de agujes en la diversidad, composición florística y los rasgos funcionales de la regeneración natural, Loreto, 2021* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio institucional.

[https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/8240/Ana\\_Tesis\\_Titulo\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/8240/Ana_Tesis_Titulo_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Soto, J. (2020). Deforestación, qué es, quién la causa y por qué debería importarnos. Obtenido de

<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4074/deforestacion-que-es-quien-la-causa-y-por-que-deberia-importarnos/#:~:text=La%20deforestaci%C3%B3n%20es%20la%20p%C3%A9rdida,de%20deforestaci%C3%B3n%20en%20el%20mundo.>

SPDA. (2021). Madre de Dios: mineros ilegales operaban en concesión forestal de aguaje. Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/mineros-ilegales-operaban-en-concesion-forestal-de-aguaje/>

Surco, H. (2023). Caracterización de la vegetación arbórea con potencial de captura de carbono en el bosque de la comunidad nativa tres islas, Tambopata – Madre de Dios [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre

de Dios]. Repositorio institucional.  
[https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/989.](https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/989)

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4.ª ed.). Editorial Limusa.

Terborgh, J. (2012). *Enemies and the diversity–stability relationship*. *Nature*, 486(7401), E1-E2. <https://doi.org/10.1038/nature11146>

Torres, D. (2020). Distribución espacial de agujales mediante clasificación supervisada de imágenes de satélite de la región Ucayali, Perú. *Folia Amazónica*, 28(2), 161-175. <https://doi.org/10.24841/fa.v28i2.489>

Tucker, C., & Ferrier, S. (2016). Una guía de métricas filogenéticas para la conservación, la ecología comunitaria y la macroecología.. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.12252>

Villarrasa, A. (2023). Aguaje, un fruto amazónico. Obtenido de <https://mejorconsalud.as.com/aguaje-fruto-amazonico/>

Weisse , M., & Goldman, E. (2017). La pérdida de cobertura arbórea mundial ascendió al 51 porcentaje en 2016. Obtenido de <https://www.wri.org/insights/la-perdida-de-cobertura-arboarea-mundial-ascendio-al-51-porcentaje-en-2016#:~:text=La%20p%C3%A9rdida%20de%20cobertura%20arb%C3%B3rea%20no%20es%20lo%20mismo%20que,o%20naturales%2C%20incluso%20los%20incendios.>

Zuta, L. (2022). Aguaje: Sabes por qué es el fruto que da vida y cuáles son sus bondades nutricionales. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-sabes-que-aguaje-es-fruto-da-vida-y-cuales-son-sus-bondades-nutricionales-908778.aspx>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables, Dimensiones e Indicadores.**

Variable	Dimensión	Indicador	Método de cálculo / Operacionalización	Escala de medida	Instrumento de recolección	Objetivo asociado
Diversidad vegetal	Estructura poblacional	Composición florística	Lista taxonómica de especies	Identificación botánica en campo y gabinete	Nominal	Fichas de campo, claves taxonómicas, GPS, hipsómetro o Clinómetro.
		Abundancia	Métodos fitosociológicos. Número de individuos por especie.	Razón	Planilla de campo (Inventario).	Determinar la composición florística, estructura poblacional e índices de diversidad alfa de la comunidad vegetal del agujal.
		Frecuencia	$F = (\text{Número de parcelas donde aparece la especie} / \text{Total de parcelas}) * 100$	Razón (%)	Planilla de campo.	
		Dominancia	$Do = \text{Área basal total de la especie (m}^2\text{). Área basal por árbol} = n^*(\text{DAP}/200)^2$	Razón ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	Cinta diamétrica o forcípula, planilla de campo.	
		IVI	Análisis estructural (IVI) IVI = (Abundancia Relativa + Frecuencia Relativa + Dominancia Relativa) Cada valor relativo es (Valor de la especie / Valor total de todas las especies)100	Razón (0-300)	Cálculo en hoja de Excel.	
		Distribución diamétrica	Número de individuos por clase de DAP (ej: 10-20 cm, 20-30 cm, etc.).			
		Distribución de alturas.	Número de individuos por clase de altura (ej: 5-10 m, 10-15 m, etc.).	Razón	Planillas de campo, Cintad diamétrica o forcípula, software Excel/R	
	Diversidad alfa	Riqueza de especies (S)	Número total de especies encontradas en el área de estudio	Razón		
		Índices de Shannon,Wiener (H)	$H' = - \sum (p_i * \ln(p_i))$ .	Adimensional	Software PAST/R, base de datos	

		Índice de Simpson,	$D = 1 - \sum (pi^2)$	Adimensional	Cálculo de índices mediante software PAST/R	
		Alfa- Fisher	$J' = H' / H'max$	Adimensional		
<b>Servicios ecosistémicos de regulación climática (carbono y biomasa)</b>	Biomasa aérea	Biomasa estimada (kg/ha)	<b>Para árboles:</b> Uso de ecuaciones alométricas. La más recomendada para bosques pantanosos/palmeras es la de Chave et al. (2014) para <b>pantanos tropicales:</b> $AGB = 0.112 * (\rho * DAP^2 * H)^{0.916}$ . donde $\rho$ = densidad de la madera ( $g/cm^3$ ) (usar valor de la especie o valor genérico de 0.6 si no se conoce). Para Palmeras ( <i>Mauritia flexuosa</i> ): Usar ecuación específica para la especie. Ej: Goodman et al. (2013): $AGB = 10.8 * (DAP) - 104$ ( $kg/individuo$ )	Razón(Kg)	DAP, H, datos de densidad de amadera, Cinta diamétrica, hipsómetro, planillas	Cuantificar la biomasa aérea acumulada y el stock de carbono almacenado, e identificar las especies con mayor contribución.
	Carbono almacenado	Stock de Carbono. Toneladas de carbono por hectárea (tC/ha)	Carbono = Biomasa Aérea * Factor de Carbono. El IPCC recomienda un factor default de 0.47 (47% de la biomasa es carbono).	Razón(Ton C/ha)	Cálculos matemáticos, planillas. Hojas Excel	
	Contribución por especie	% Contribución a la biomasa y carbono	(Biomasa de la especies/Biomasa total)*100	Razón (%)	Cálculo Hoja Excel	
<b>Servicios de aprovisionamiento (producción de frutos de <i>Mauritia flexuosa</i>)</b>	Producción por árbol	Número de racimos por palmera	Conteo directo	Razón	Observación directa, fichas de campo	Estimar la producción de frutos de aguaje ( <i>Mauritia flexuosa</i> ) como servicio de aprovisionamiento clave del ecosistema.

		Número de frutos por racimo	Conteo en campo	Razón	Observación directa, fichas	
	Rendimiento total	Peso total de frutos (kg/ha)	Pesaje con balanza y estimación por hectárea	Razón	Balanza portátil, fichas de campo	
<b>Percepción social sobre servicios ecosistémicos</b>	Importancia percibida	Opiniones sobre conservación del agujal	Encuestas y análisis de frecuencias	Ordinal	Cuestionarios estructurados	Evaluar la percepción y valoración de la comunidad local de Planchón sobre los servicios de regulación climática y aprovisionamiento.
	Valoración de servicios ecosistémicos	Grado de importancia asignado (regulación climática y aprovisionamiento)	Escala Likert (1-5)	Ordinal	Encuestas estructuradas	
	Amenazas percibidas	Identificación de principales amenazas	Análisis cualitativo y frecuencias	Nominal	Entrevistas semiestructuradas	

ANEXO 2. Matriz de Consistencia.

Planteamiento del problema	Objetivos	Variable	Dimensión	Indicador	Método de cálculo / Operacionalización	Escala de medida	Instrumento de recolección	Metodología Investigación
Pregunta General	Objetivo General	Diversidad vegetal	Composición florística	Lista taxonómica de especies	Identificación botánica en campo y gabinete	Nominal	Fichas de campo, claves taxonómicas, GPS, hipsómetro o Clinómetro.	Tipo de Investigación: Básica o Fundamental (Tipol): su propósito central es "caracterizar" y "cuantificar" componentes de un sistema ecológico (diversidad vegetal, carbono, producción de frutos) y recoger la percepción local sobre estos.
¿Cuáles son las características de la diversidad vegetal y los servicios de regulación climática y aprovisionamiento que ofrece el aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, distrito Las Piedras?	"Caracterizar la diversidad vegetal y cuantificar los servicios de regulación climática (captura de carbono) y de aprovisionamiento"		Estructura poblacional	Abundancia	Métodos fitosociológicos. Número de individuos por especie.	Razón	Planilla de campo (Inventario).	Nivel de Investigación: Descriptiva: Las preguntas y objetivos reformulados se centran explícitamente en "determinar", "cuantificar", "estimar" y "evaluar" variables.

		Frecuencia $F = (\text{Número de parcelas donde aparece la especie} / \text{Total de parcelas}) * 100$	Razón (%)	Planilla de campo.	Unidad de Análisis: La unidad de análisis en su investigación es el Aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, considerado como un sistema socio-ecológico único.
		Dominancia $Do = \text{Área basal total de la especie (m}^2\text{). Área basal por árbol} = n^*(DAP/200)^2$	Razón (m <sup>2</sup> /ha)	Cinta diamétrica o forcípula, planilla de campo.	Unidades de Observación: Parc ela de muestreo forestal. Palmera de Mauritia flexuosa (hembra), Persona (miembro de la comunidad local):

			IVI	Análisis estructural (IVI) IVI = (Abundancia Relativa + Frecuencia Relativa + Dominancia Relativa) Cada valor relativo es (Valor de la especie / Valor total de todas las especies)100	Razón (0-300)	Cálculo en hoja de Excel.	Diseño de Investigación: El diseño de investigación apropiado para este estudio de tipo básico y nivel descriptivo es el diseño experimental-transversal descriptivo.
			Distribución diamétrica	Número de individuos por clase de DAP (ej: 10-20 cm, 20-30 cm, etc.).			Población: El total de individuos leñosos (árboles y palmeras) con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) $\geq$ 10 cm, que componen el aguajal mixto antropizado de la localidad de Planchón, con un área total de 11.26 hectáreas

			Distribución de alturas.	Número de individuos por clase de altura (ej: 5-10 m, 10-15 m, etc.).	Razón	Planillas de campo, Cintad diamétrica o forcípula, software Excel/R	Unidad de Muestreo: La Parcela Permanente de Muestreo (PPM) de 1 hectárea (100 m x 100 m), subdividida en 25 subparcelas de 20 m x 20 m para facilitar el trabajo de campo.
Preguntas específicas	Objetivos Específicos		Riqueza de especies (S)	Número total de especies encontradas en el área de estudio	Razón		Muestra: Una (1) Parcela Permanente de Muestreo (PPM) de 1 hectárea.
¿Cuál es la composición florística, estructura poblacional y diversidad alfa (riqueza, abundancia, índices de diversidad) de la comunidad vegetal del agujal mixto?	Determinar la composición florística, estructura poblacional (abundancia, frecuencia, dominancia, IVI, distribución	Diversidad alfa	Índices de Shannon, Wiener (H)	$H' = - \sum (pi * ln(pi))$ .	Adimensional	Software PAST/R, base de datos	Tamaño de la muestra: 1 hectárea: "El tamaño de la muestra para la evaluación de la diversidad vegetal y la biomasa se definió como una parcela de 1 hectárea (100 m x 100 m), subdividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m

diamétrica) y diversidad alfa (índices de Shannon, Simpson, Fisher) de la comunidad vegetal del aguajal.		Índice de Simpson,	$D = 1 - \sum (pi^2)$	Adimensional	Cálculo de índices mediante software PAST/R	Criterios para Justificar el Tamaño de Muestra de 1 Hectárea. Estos criterios se pueden organizar en tres bloques: 1) Criterios Científico-Estadísticos, 2) Criterios Logístico-Metodológicos, y 3) Criterios Específicos del Ecosistema.
		Alfa-Fisher	$J' = H' / H'^{\max}$	Adimensional		

<p>¿Cuál es el stock de biomasa aérea y carbono almacenado en la biomasa arbórea del aguajal, y cuáles son las especies que más contribuyen a este servicio de regulación climática?</p>	<p><b>Servicios ecosistémicos de regulación climática (carbono y biomasa)</b></p>	<p>Biomasa aérea</p>	<p>Biomasa estimada (kg/ha)</p>	<p><b>Para árboles:</b> Uso de ecuaciones alométricas. La más recomendada para bosques pantanosos/palmeras es la de <b>Chave et al. (2014)</b> para <b>pantanos tropicales</b>: AGB = 0.112 * (ρ * DAP<sup>2</sup> * H)<sup>0.916</sup>. donde ρ = densidad de la madera (g/cm<sup>3</sup>) (usar valor de la especie o valor genérico de 0.6 si no se conoce). Para Palmeras (<i>Mauritia flexuosa</i>): Usar ecuación específica para la especie. Ej: Goodman et al. (2013): AGB = 10.8 * (DAP) - 104 (kg/individuo )</p>	<p>Razón(Kg)</p>	<p>DAP, H, datos de densidad de amadera, Cinta diamétrica, hipsómetro, planillas</p>	<p>Técnica para la Selección de la Muestra: La técnica empleada para seleccionar la ubicación de la parcela de 1 hectárea fue un Muestreo No Aleatorio, por Juicio u Opinión (Judgmental Sampling), también conocido como Muestreo por Criterios. Elzinga, et al. (1998).</p>
--	---	----------------------	---------------------------------	---	------------------	--	---

			Carbono almacenado	Stock de Carbono. Toneladas de carbono por hectárea (tC/ha)	Carbono = Biomasa Aérea * Factor de Carbono. El IPCC recomienda un factor default de 0.47 (47% de la biomasa es carbono).	Razón(Ton C/ha)	Cálculos matemáticos, planillas. Hojas Excel	La técnica empleada para seleccionar la ubicación de la parcela de 1 hectárea fue un <b>Muestreo No Aleatorio, por Juicio u Opinión (Judgmental Sampling)</b> , también conocido como <b>Muestreo por Criterios</b> . Elzinga, et al. (1998).
			Contribución por especie	% Contribución a la biomasa y carbono	(Biomasa de la especies/Biomasa total)*100	Razón (%)	Cálculo Hoja Excel	Técnicas de Recolección de Información en Campo: Inventario Forestal Censal, Recolección de Muestras Botánicas (Voucher), Medición de Variables dasométricas, Censo y Medición Directa, Encuesta con Cuestionario Estructurado, Cartografía y Observación Directa.
¿Cuál es la producción estimada de frutos de aguaje	Estimar la producción de frutos	<b>Servicios de aprovisionamiento</b>	Producción por árbol	Número de racimos	Conteo directo	Razón	Observación directa, fichas de campo	Diseño de la Parcela Permanente de

(Mauritia flexuosa L.f.) por hectárea y para el aguajal completo, como principal servicio de aprovisionamiento?	de aguaje ( <i>Mauritia flexuosa</i> ) como servicio de aprovisionamiento clave del ecosistema.	<b>(producción de frutos de Mauritia flexuosa)</b>		por palmera				Muestreo: Inventario forestal
				Número de frutos por racimo	Conteo en campo	Razón	Observación directa, fichas	Técnicas de análisis e interpretación de la información.
			Rendimiento total	Peso total de frutos (kg/ha)	Pesaje con balanza y estimación por hectárea	Razón	Balanza portátil, fichas de campo	<b>Estadística Descriptiva:</b> Cálculo de totales, promedios y proporciones para riqueza (S), abundancia (Nº ind.), frecuencia y dominancia relativa.
¿Cómo perciben y valoran las comunidades locales los servicios ecosistémicos de regulación y aprovisionamiento proporcionados por el aguajal?	Evaluar la percepción y valoración de la comunidad local de Planchón sobre los servicios de regulación climática y aprovisionamiento.	<b>Percepción social sobre servicios ecosistémicos</b>	Importancia percibida	Opiniones sobre conservación del aguajal	Encuestas y análisis de frecuencias	Ordinal	Cuestionarios estructurados	<b>Índices de Diversidad Alpha:</b> Cálculo del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Índice de Simpson (1-D), Índice de Equitatividad de Pielou ( $J'$ ), Índice de Fisher Alpha ( $\alpha$ ).
			Valoración de servicios ecosistémicos	Grado de importancia asignado (regulación climática y aprovisionamiento)	Escala Likert (1-5)	Ordinal	Encuestas estructuradas	<b>Cálculo del IVI:</b> $IVI = \text{Abundancia Relativa} + \text{Frecuencia Relativa} + \text{Dominancia Relativa}$ .

		Amenazas percibidas	Identificación de principales amenazas	Análisis cualitativo y frecuencias	Nominal	Entrevistas semiestructuradas	<b>Ecuaciones Alométricas:</b> Apli cación de la ecuación pantropical de Chave et al. (2014) para estimar la biomasa por individuo: $AGB = 0.0673 * (\rho D^2 H)^{0.976}$ . Factores de Conversión: Carb ono = Biomasa * 0.47 (IPCC, 2006). Estadística Descriptiva: Sumatoria y promedios de biomasa (Mg/ha) y carbono (Mg C/ha) por especie y para la parcela.
--	--	---------------------	--	------------------------------------	---------	-------------------------------	--

### **ANEXO 3. Instrumentos de recolección de datos.**

## ANEXO 4. Cuestionario 1

**Sobre Percepción de la importancia de los servicios ecosistémicos en el ecosistema aguajal, localidad Planchón, distrito Las Piedras, Dpto., de Madre de Dios, en el Sureste de la Amazonía peruana-2024**

**Apellidos y Nombres:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Género:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_ **Ocupación:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Por favor, indique su nivel de acuerdo con cada afirmación utilizando la siguiente escala:

**1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Neutral, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo**

PREGUNTAS	ESCALA LIKERT				
	TD	ED	N	DA	TA
<b>Variable Dependiente: Servicios Ecosistémicos</b>					
<b>Dimensión: Valoración por comunidades locales de los servicios ecosistémicos</b>	1	2	3	4	5
1. Los servicios ecosistémicos son esenciales para el bienestar de mi comunidad					
2. La diversidad vegetal en los aguajales contribuye significativamente a la calidad del agua en nuestra área					
3. Los aguajales proporcionan recursos importantes como alimentos y medicinas para mi comunidad.					
4. La conservación de los aguajales es fundamental para mitigar el cambio climático en nuestra región.					
5. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los aguajales son valorados por todos los miembros de mi comunidad.					
6. La educación sobre los beneficios de los servicios ecosistémicos debería ser promovida en nuestra comunidad.					
7. Estoy dispuesto a participar en actividades que promuevan la conservación de los aguajales.					
8. Los servicios ecosistémicos ayudan a mejorar la calidad de vida en mi comunidad.					
9. La pérdida de biodiversidad afectaría negativamente a los servicios ecosistémicos que recibimos.					
9. La pérdida de biodiversidad afectaría negativamente a los servicios ecosistémicos que recibimos.					
10. Creo que el manejo sostenible de los aguajales es crucial para el futuro de nuestra comunidad.					

**Notas:** Este cuestionario está diseñado para recopilar información sobre cómo las comunidades locales valoran y perciben los servicios ecosistémicos proporcionados por los aguajales.

- Las respuestas se pueden analizar cuantitativamente para identificar tendencias y percepciones predominantes dentro de la comunidad.

Se recomienda realizar entrevistas o grupos focales adicionales para profundizar en las respuestas y obtener un contexto más rico sobre las percepciones comunitarias.

## ANEXO 5. Cuestionario 2

Sobre el Nivel de Dependencia Económica y Social de los Recursos del Aguajal, localidad Planchón, distrito Las Piedras, Dpto., de Madre de Dios, en el Sureste de la Amazonía peruana-2024

Apellidos y Nombres: -----  
 Fecha: ----- Género: ----- Edad: ----- Ocupación: -----

**Instrucciones:** Por favor, indique su nivel de acuerdo con cada afirmación utilizando la siguiente escala:

**1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Neutral, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo**

<b>PREGUNTAS</b>	<b>ESCALA LIKERT</b>				
	<b>TD</b>	<b>ED</b>	<b>N</b>	<b>DA</b>	<b>TA</b>
<b>Variable Dependiente: Servicios Ecosistémicos</b>					
<b>Dimensión: Nivel de dependencia Económica y social de los recurso del Aguajal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Los recursos del aguajal son una fuente importante de ingresos para mi familia.					
2. La venta de productos del aguajal representa más del 50% de mis ingresos familiares.					
3. Dependo económicamente de la cosecha y venta del aguaje en mi comunidad.					
4. Los productos derivados del aguajal son esenciales para mi alimentación diaria.					
5. La extracción sostenible del aguaje contribuye a mejorar la calidad de vida en mi comunidad.					
6. He notado un aumento en mis ingresos desde que empecé a trabajar con recursos del aguajal.					
7. La comunidad se beneficia colectivamente de los recursos del aguajal a través de actividades económicas.					
8. La conservación del aguajal es fundamental para mantener mis medios de vida actuales.					
9. Los productos del aguajal son más valorados económicaamente que otros recursos disponibles en la región.					
10. Estoy dispuesto a participar en iniciativas que promuevan el uso sostenible de los recursos del aguajal.					

### Notas:

- Este cuestionario está diseñado para recopilar información sobre la dependencia económica y social que las comunidades locales tienen respecto a los recursos del aguajal.

Las respuestas se pueden analizar cuantitativamente, lo que permitirá identificar tendencias sobre cómo los recursos naturales impactan en la economía local.

ANEXO 6. Reconocimiento del área de estudio Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto Madre de Dios. Crédito foto: Julio Callo, agosto-2024.



Foto: Aguajal mixto antropizado, Localidad Planchón, distrito Las Piedras, Prov. Tambopata, Dpto MDD. Créditos: Julio Callo Ccorcca, agosto-2024

**ANEXO 7. Materiales, aparatos e instrumentos de campo y equipo de investigación**

Foto: Equipo de investigación, parcela Aguajal mixto antropizado, Localidad Planchón, distrito Las Piedras, Prov. Tambopata, Dpto MDD. Créditos: Julio Callo Ccorcca, agosto-2024

ANEXO 8. Establecimiento de la parcela y subparcelas en el área de estudio Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto Madre de Dios.



Foto: Georeferenciamiento de la parfela de 1 ha, Aguajal mixto antropizado, Localidad Planchón, distrito Las Piedras, Prov. Tambopata, Dpto MDD. Créditos: Julio Callo Ccorcca, agosto-2024

ANEXO 9. Toma de datos dasométricos y plaqueo de árboles  $\geq 10$  cm DAP.



Créditos Fotos: Julio Callo Ccorcca, agosto,2024.

## ANEXO 10. Medición de parámetros estructurales: DAP, Altura.



Créditos Fotos: Julio Callo Ccorcca, agosto,2024.

**ANEXO 11. Colección de especímenes vegetales, herborización e Identificación.**



Créditos Fotos: Julio Callo Ccorcca, septiembre,2024.

ANEXO 12. Producción y cosecha de frutos de aguaje, en el Bosque Aguajal Mixto de la Localidad de Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Dpto Madre de Dios.



Créditos Fotos: Julio Callo Ccorcca, octubre, 2024.

ANEXO 13. Certificación de especímenes vegetales en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Dpto MDD por un especialista nacional en Identificación taxonómica de Flora Silvestre, registrado oficialmente en el SERFOR.

## **CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE**

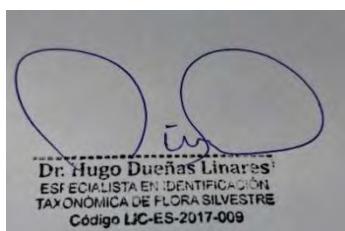
### **ESPECIMENES VEGETALES**

El que suscribe, **Dr. HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES**, Especialista Forestal en Identificación Taxonómica de especies de flora silvestre, mediante Resolución Directoral N° 054-2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPF, con Código de Licencia LC-ES-2017-009; del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR.

**CERTIFICA**, que los especímenes (97) presentados por el Sr: **BACHILLER JULIO CÉSAR CALLLO CCORCCA**, de la Escuela de Posgrado, Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Maestría en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; para su identificación y/o determinación, para efectos del proyecto de tesis de investigación de tesis intitulado: “**Diversidad vegetal y servicios ecosistémicos de los agujales en la Amazonía sureste del Perú (Dpto. de Madre de Dios: Estudio de caso, Distrito Las Piedras) -2024**”. Corresponden a los siguientes taxa aceptados oficialmente y están representados por: 31 Familias, 72 Géneros y 97 especies respectivamente.

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, las que están registradas para la Flora de Perú: Departamento de Madre de Dios; en el Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), al APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group, 2016) y en el Taxonomic Name Resolution Service v5.2. (2024). Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que considere conveniente. Se anexa al presente Certificado de Identificación los datos correspondientes a la especie en formato Excel.

Puerto Maldonado, 10 de octubre de 2024



ANEXO 14. Identificación de los de especímenes vegetales en 1 ha de Bosque Aguajal Mixto, Localidad Planchón, Distrito Las Piedras, Dpto MDD por un especialista nacional en Identificación taxonómica de Flora Silvestre, registrado oficialmente en el SERFOR.

#### IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES

DICIEMBRE DE 2024

**TESIS: " Diversidad vegetal y servicios ecosistémicos de los aguajales en la Amazonía sureste del Perú (Dpto. de Madre de Dios: Estudio de caso, Distrito Las Piedras) 2024 "**

**Señor: BACHILLER JULIO CÉSAR CALLO CCROCCA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL**

**CUSCO**

**ESCUELA POSGRADO: MAESTRIA EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	Colect or	Fecha Coll	ID	FECHA ID
1	Allantoma decandra( Ducke) S.A.Mori, Ya Y.Huang & Prance	Lecythidaceae	Árbol	Bosque Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
2	Allophylus punctatus Radlk.	Sapindaceae	Árbol	Bosque Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
3	Andira inermis (W.Wright) DC.	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
4	Aniba taubertiana Mez	Annonaceae	Árbol	Bosque Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024

5	<i>Annona ambotay</i> Aubl.	Annonaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6	<i>Anthodiscus amazonicus</i> Gleason & A.C.Sm.	Caryocaracea e	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex MÃ¼ll.Arg.	Apocynaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	Moraceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9	<i>Brosimum guianense</i> Huber ex Ducke	Moraceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
10	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
11	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	Commbretacea e	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
12	<i>Cariniana domestica</i> Miers	Lecythidacea e	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
13	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
14	<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	Rubiaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

1 5	<i>Conceveiba rhytidocarpa</i> .Arg.	Euphorbiacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
1 6	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
1 7	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Lecythidacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
1 8	<i>Diospyros capreifolia</i> Mart. ex Hiern	Ebenacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
1 9	<i>Diplooon cuspidatum</i> (Hoehne) Cronquist	Sapotacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 0	<i>Dussia tessmannii</i> Harms	Fabacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 1	<i>Endlicheria williamsii</i> O.C.Schmidt	Lauracea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 2	<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A.Robyns	Malvacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 3	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Lecythidacea e	Árbol	Bosqu e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

2 4	<i>Eugenia L.</i>	Myrtaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 5	<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Arecaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 6	<i>Ferdinandusa guainiae Spruce ex K.Schum.</i>	Rubiaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 7	<i>Ficus americana Aubl.</i>	Moraceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 8	<i>Ficus maxima Mill.</i>	Moraceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
2 9	<i>Ficus yoponensis Desv.</i>	Moraceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
3 0	<i>Graffenrieda limbata Triana</i>	Melastomataceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
3 1	<i>Guarea kunthiana A.Juss.</i>	Meliaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
3 2	<i>Guatteria Ruiz &amp; Pav.</i>	Annonaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
3 3	<i>Heisteria Jacq.</i>	Olacaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

3 4	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Chrysobalanaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
3 5	<i>Hirtella racemosa</i> Ruiz & Pav.	Chrysobalanaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
3 6	<i>Huberodendron swietenioides</i> (Gleason) Ducke	Malvaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
3 7	<i>Inga capitata</i> Miq. ex Benth.	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
3 8	<i>Inga cuspidata</i> M.Sousa	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
3 9	<i>Inga cylindrica</i> ( Vell.) Mart.	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
4 0	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
4 1	<i>Inga punctata</i> Willd.	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
4 2	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024
4 3	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2024	HD L	10/10/2024

4 4	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Myristicaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
4 5	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Myristicaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
4 6	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	Rubiaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
4 7	<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Schult.) Kuntze	Chrysobalanaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
4 8	<i>Lonchocarpus spiciflorus</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
4 9	<i>Lueheopsis hoehnei</i> Burret	Malvaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 0	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 1	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Arecaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 2	<i>Meliosma herbertii</i> Rolfe	Sabiaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 3	<i>Micropholis egensis</i> Pierre	Sapotaceae	Árbol	Bosque e Aguaja l Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

5 4	<i>Micropholis guyanensis</i> Pierre	Sapotaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 5	<i>Micropholis venulosa</i> Pierre	Sapotaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 6	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Olacaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 7	<i>Myrcia</i> DC.	Myrtaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 8	<i>Naucleopsis naga</i> Pittier	Moraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
5 9	<i>Naucleopsis pseudonaga</i> (Mildbr.) C.C.Berg	Moraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 0	<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke	Moraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 1	<i>Nectandra cuneatcordata</i> Mez	Lauraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 2	<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	Nyctaginacea e	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 3	<i>Neea spruceana</i> Heimerl	Nyctaginacea e	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

6 4	Ocotea bofa Kunth	Lauraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 5	Oenocarpus bataua Mart.	Lauraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 6	Ormosia amazonica Ducke	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 7	Pachira aquatica Aubl.	Malvaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 8	Parinari occidentalis Prance	Chrysobalanaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
6 9	Parkia nitida Miq.	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 0	Pouteria bilocularis (H.J.P.Winkl.) Baehni	Sapotaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 1	Pouteria cuspidata (A.DC.) Baehni	Sapotaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 2	Protium amazonicum (Cuatrec.) Daly	Burseraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 3	Protium aracouchini (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

7 4	<i>Protium glabrescens</i> Swart	Burseraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 5	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 6	<i>Protium puncticulatum</i> J.F.Macbr.	Burseraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 7	<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Burseraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 8	<i>Prunus debilis</i> Koehne	Rosaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
7 9	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trecul	Moraceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 0	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 1	<i>Roucheria columbiana</i> Hallier	Linaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 2	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin	Araliaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 3	<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

8 4	<i>Sloanea guianensis</i> Benth.	Elaeocarpaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 5	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	Arecaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 6	<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	Malvaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 7	<i>Sterculia peruviana</i> (D.R.Simpson) E.L.Taylor ex Brako & Zarucchi	Malvaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 8	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Clusiaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
8 9	<i>Tachigali chrysaloides</i> van der Werff	Fabaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9 0	<i>Talisia cerasina</i> Radlk.	Sapindaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9 1	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9 2	<i>Tovomita umbellata</i> Benth.	Clusiaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9 3	<i>Trichilia pachypoda</i> (Rusby) C.DC. ex Harms	Meliaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

9 4	<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	Myristicaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9 5	<i>Virola pavonis</i> (A.DC.) A.C.Sm.	Myristicaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9 6	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Myristicaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024
9 7	<i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.	Annonaceae	Árbol	Bosque Aguaja I Mixto	Planchón, Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata	Julio Callo Ccorc ca	10/08/2 024	HD L	10/10/2 024

**Referencias:**

Vouchers colección JCCC, 10/08/2024

Vouchers Herbario San Marcos (HSM). 2024

Vouchers Herbario MOL, 2024

APG IV. 2016

Voucher Herbario "Alwyn Gentry", 2024

Taxonomic Resolution Service v4.0. 2024

The Plant List, 2024

Tropicos, Missouri Botanical Garden, 2024

**Puerto Maldonado, 10 de octubre de 2024****Dr. Hugo Dueñas Linares****Especialista en ID Taxonómica de  
Flora Silvestre****RD N° 054-2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPF****Código Licencia LC-EC-2017-009**