

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y ARBUSTIVA  
EN CONCESIONES MINERAS DEL SECTOR DE FORTUNA, DISTRITO  
DE LABERINTO DE LA PROVINCIA DE TAMBOPATA DE LA REGIÓN  
DE MADRE DE DIOS”**

**Tesis presentada por:**

Bachiller: HUAMANÍ BRICEÑO,  
Verónica

**Para optar el título profesional  
de: Ingeniero Forestal y Medio  
Ambiente**

**Asesor:** Dr. Gabriel Alarcón  
Aguirre

**Puerto Maldonado, PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y ARBUSTIVA  
EN CONCESIONES MINERAS DEL SECTOR DE FORTUNA, DISTRITO  
DE LABERINTO DE LA PROVINCIA DE TAMBOPATA DE LA REGIÓN  
DE MADRE DE DIOS”**

**Tesis presentada por:**

Bachiller: HUAMANÍ BRICEÑO,  
Verónica

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Forestal y Medio  
Ambiente**

**Asesor: Dr. Gabriel Alarcón Aguirre  
Tesis presentada:**

**Puerto Maldonado, PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser esa mujer con determinación y enseñarme el valor de la vida con cada una de sus acciones. A mi padre, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mis hermanos y en especial a mi hermana Leticia, por ese coraje de enseñarme que la vida es un preciado regalo de Dios, gracias por siempre tenerte. A mi abuela Antonia, gracias por existir y acompañarme.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre, que con solo aceptarme y darme la vida hizo mi existencia, quien me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi padre, por ser quien guió mi camino con cada palabra, por ser ese amigo incondicional por abrazarme en cada caída o fracaso y alentarme a que debo seguir pese a muchas dificultades, gracias padre.

A Leticia, quien es mi ejemplo de seguir adelante, por esa perseverancia y esa forma de ver la vida, gracias hermana por siempre estar ahí.

A mis hermanos, no cambiara a ninguno de Uds. Si la vida me diera elegir.

A mis amigos quienes confiaron en mí, gracias por cada aliento de superación y su confianza.

Al Dr. Gabriel Alarcón, mi asesor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

## **PRESENTACIÓN**

El desarrollo del trabajo de investigación forma parte proceso de formación académica y de investigación como requisito para obtener el título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, así como el aporte en la dinámica de recuperación natural de áreas abandonadas por la minería de oro aluvial en Madre de Dios; sector Fortuna, distrito de Laberinto. El estudio abordo identificar y cuantificar la regeneración natural (brinzal, latizal, fustal y árbol), la diversidad de especies, y el estadio sucesional en la formación de cobertura de bosque, para ello se registro información de individuos mayores o iguales a 3cm de circunferencia en áreas con tiempo promedio de abandono de 30 – 35 años.

La información obtenida permitirá contar con un registro de especies presentes en las diferentes etapas de formación del bosque, y contribuir en las políticas de restauración y rehabilitación de área abandonadas por la minería en la amazonia peruana.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
PRESENTACIÓN .....	iii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1 Descripción del problema .....	4
1.2 Formulación del problema .....	5
1.2.1 General .....	5
1.2.2 Específicos.....	5
1.3 Objetivos del estudio .....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
1.4 Variables .....	6
1.5 Operacionalización de variables .....	6
1.6 Hipótesis.....	7
1.7 Justificación .....	7
1.8 Consideraciones éticas.....	9
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1 Antecedentes de estudio .....	10
2.1.1 Alcance internacional.....	10

2.1.2 Alcance nacional.....	14
2.1.3 Alcance local.....	15
2.2 Marco teorico.....	17
2.2.1 Bosque.....	17
2.2.2 Clasificacion de bosques.....	18
2.2.3 Especie.....	19
2.2.4 Sucesion ecologica.....	19
2.2.5 Restauracion.....	21
2.2.6 Regeneracion natural.....	21
2.2.7 Composicion florística.....	22
2.2.8 Grupos ecológicos de especies.....	23
2.2.9 Indices de diversidad.....	25
2.2.9.1 Medidas de diversidad de especies.....	26
2.2.10 Estadios sucesionales.....	29
2.2.11 Parcelas de evaluación.....	30
2.3 Definicion de términos.....	31
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>34</b>
3.1 Tipo de estudio.....	34
3.2 Diseño de investigación.....	34
3.3 Población.....	34
3.4 Muestra.....	34
3.5 Metodo y técnicas.....	37
3.5.1 Lugar de estudio.....	37
3.5.2 Extensión.....	38
3.5.2 Temperatura.....	38

3.5.3 Método .....	39
3.5.4 Técnicas de recopilación de datos .....	40
3.5.5 Determinación de la composición florística .....	42
3.5.6 Índices de diversidad de la vegetación arbórea arbustiva .....	43
3.5.7 Determinación de los estadios sucesionales de las especies .....	44
3.6 Tratamientos de datos .....	45
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>46</b>
4.1 Composición florística de la regeneración natural .....	46
4.2 Índices de diversidad de la vegetación .....	51
4.2.1 Cociente de mezcla (CM) .....	51
4.2.2 Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) .....	51
4.2.3 Índice de Simpson .....	52
4.3 Estadio (categoría) sucesional de la regeneración natural .....	52
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>SUGERENCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>78</b>

**INDICE DE CUADROS**

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Variables e indicadores del estudio.....	6
Cuadro 2. Descripción de las concesiones mineras a muestrear. ....	36
Cuadro 3. Unidades de muestreo por concesion minera. ....	37
Cuadro 4. Distribucion de unidades de muestreo por parcela y concesion minera.....	41
Cuadro 5. Distribucion de área por unidades de muestreo.....	41

**INDICE DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación del área de estudio, sector de Fortuna, Laberinto, Tambopata, Madre de Dios - Perú.....	39
Figura 2. Diseño de unidades de muestreo. ....	41
Figura 3. Número de especies (A) e individuos (B) en las tres etapas de desarrollo, encontrados en la regeneración natural del área abandonada por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto. ....	48
Figura 4. Número de especies por categoría sucesional, en áreas abandonadas por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto.....	53
Figura 5. Número de individuos por categoría sucesional, en áreas abandonadas por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto.....	54

**INDICE DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Cuadro 1. Familias, especies y número de individuos encontrados en la regeneración natural del área abandonada por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto.....	79
Anexo 2. Cuadro 2. Especies clasificadas según categoría sucesional, según consulta bibliográfica realizada, en áreas abandonadas por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna – Laberinto.....	84
Anexo 3. Panel fotográfico del levamiento florístico en el sector de Fortuna – Laberinto.....	79
Anexo 4. Índice de Shannon-Wiener .....	93
Anexo 5. Índice de Simpson .....	96
Anexo 6. Datos de campo del levantamiento florístico en el sector de Fortuna - Laberinto.....	99

## RESUMEN

El estudio evaluó la regeneración natural de áreas abandonadas por la minería de oro aluvial en el sector de Fortuna, distrito de Laberinto, Tambopata – Madre de Dios. Para ello se analizó la composición florística por categoría de regeneración natural, índices de diversidad, y los estadios sucesionales en un área de 7,70ha distribuida en 77 parcelas de 1 000 m<sup>2</sup> (0,1 ha) con un promedio de años de abandono de 30 – 35 años. Se colectó y registró individuos mayores o iguales a 3 cm de circunferencia, clasificados en brinzales, latizales, fustales y arboles dentro de las parcelas de muestreo. El estudio reportó 3 120 individuos distribuidos en 121 especies y 40 familias, las familias más abundantes fueron FABACEAE (21), MALVACEAE (11), MORACEAE (9), presentando la mayor abundancia de individuos en la etapa de brinzal, fustal y árbol. En cuanto a las especies y número de individuos por unidad de hectárea más importantes en la recuperación de áreas degradadas en las diferentes categorías de regeneración fueron *Pseudolmedia laevigata* Trécul (6 233,77), *Virola calophylla* (Spruce) Ward. (1 866,23), *Inga oerstediana* Benth. Ex Seem (1 837,27), *Tetragastris altíssima* (Aubl.) Swart (1 165,97), *Pseudolmedia macrophylla* Trécul (1 066,49), *Piper aduncum* L. (1 006,49), *Oxandra mediocris* Diels (815,58), *Rinoreocarpus ulei* Ducke (808,96), *Guatteria chlorantha* Diels (797,14), *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F Blake. (588,31). El cociente mezcla, índice de Shannon-Wiener, y Simpson caracterizaron al área de medianamente a alto en diversidad de especies.

El estadio sucesional muestra al área en etapa de transición de secundaria inicial a secundaria tardía, es decir, el área se encuentra en proceso de recuperación y formando cobertura boscosa, haciendo posible el establecimiento de especies tolerantes a la luz.

**Palabras clave:** Composición florística, regeneración, diversidad de especies, estadio sucesional y hábito.

## ABSTRACT

The study evaluated the natural regeneration of areas abandoned by alluvial gold mining in the Fortuna sector, Laberinto district, Tambopata - Madre de Dios. For this, the floristic composition was analyzed by category of natural regeneration, diversity indexes, and successional stages in an area of 7,70 ha distributed in 77 plots of 1 000 m<sup>2</sup> (0,1 ha) with an average of years of abandonment of 30 - 35 years. We collected and registered individuals greater than or equal to 3 cm in circumference, classified into brinzales, latizales, fustales and trees within the sampling plots. The study reported 3 120 individuals distributed in 121 species and 40 families, the most abundant families were FABACEAE (21), MALVACEAE (11), MORACEAE (9), presenting the highest abundance of individuals in the stage of brinzal, fustal and tree. The most important species and number of individuals per unit of hectare in the recovery of degraded areas in the different regeneration categories were *Pseudolmedia laevigata* Trécul (6 233, 77), *Virola calophylla* (Spruce) Ward. (1 866,23), *Inga oerstediana* Benth. Ex Seem (1 837,27), *Tetragastris altíssima* (Aubl). Swart (1 165,97), *Pseudolmedia macrophylla* Trécul (1 066,49), *Piper aduncum* L. (1 006,49), *Oxandra mediocris* Diels (815,58), *Rinoreaocarpus ulei* Ducke (808,96), *Guatteria chlorantha* Diels (797,14), *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F Blake. (588,31). The mixed ratio, Shannon-Wiener index, and Simpson characterized the area from moderately to high in species diversity.

The successional stage shows the area in the transition stage from the initial secondary to the secondary secondary, that is, the area is in the process of recovery and forming forest cover, making possible the establishment of light-tolerant species.

**Key words:** Floristic composition, regeneration, diversity of species, successional stage and habit.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son considerados como los más frágiles debido a la lenta capacidad de regeneración y a la persistente amenaza de deforestación por causas naturales y antropogénico.

Esta amenaza está ligada al incremento significativo de la población por los procesos migratorios, concentrados fundamentalmente en la actividad minera de oro, y en menor proporción en la extracción selectiva de madera, desbosque de rodales de castaña y shiringa con fines agropecuarios. Desde 1930 del siglo XX, comenzaron a sucederse migraciones de colonos para trabajar en los lavaderos de oro, localizados en las provincias de Tambopata y Manu. El Censo Nacional de 1940 indica que la población de la región es de 4 950 habitantes. Algunos colonos localizaron sus yacimientos mineros en torno a las misiones dominicas, donde convivían con los indígenas. La práctica de la actividad minera era informal, ajena al marco legal vigente. Los mineros por lo general, eran colonos provenientes de Cuzco, Arequipa y Puno, quienes fueron estableciendo a sus familias en Puerto Maldonado, mientras trabajan en alguna micro-cuenca de la región (Alarcón et al. 2016; Perz et al. 2013; Swenson et al. 2011).

Actualmente la minería de oro constituye una de las principales actividades económicas de la región Madre de Dios, sin embargo también constituye uno de los mayores medios para la pérdida de grandes extensiones de bosques a través de la deforestación y degradación del suelo, así como efectos colaterales socioambientales producto de la actividad; contaminación de aguas, suelos, aire, trata de personas, delincuencias, drogadicción, etc (Alarcón, et al. 2016; Asner y Tupayachi 2017).

La modificación agresiva del paisaje por la minería de oro, y muchas veces complicadas de recuperar, es una preocupación para investigadores, profesionales y el gobierno, en la búsqueda de alternativas de recuperación

de áreas degradadas que permitan minimizar costos con fines de recuperación al entorno ecológico mas próximo a la original, restauración ecológica. Para ello, es necesario entender la dinamina de recuperación de los procesos ecolgicos y la capacidad de resiliencia del ecosistema. En este escenario conocer la caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva en concesiones mineras son primordiales para plantear alternativas metodológicas de restauración y rehabilitacion (Squizzatto de Araújo et al. 2005).

La base de estudios de composición florística en áreas abandonadas por minería de oro en la region de Madre de Dios son herramientas importantes para abordar estrageias de recuperación de áreas degradadas (Sánchez 2010; Valois-Cuesta y Martínez-Ruiz 2017). Sin embargo, debe existir una política clara del estado que articule diferentes entidades de gobierno; nacional, regional, local universidades e institutos de investigación, con la finalidad de sumar esfuerzos en la recuperación de bosques amazónicos que ponen en riesgo la existencia de la población local y uno los mayores bastiones de bosques prístinos en áreas naturales protegidas. De esta forma, la investigación tiene como objetivo caracterizar la vegetación arbórea y arbustiva en concesiones mineras del sector de Fortuna del distrito de Laberinto de la provincia de Tambopata de la región de Madre de Dios y su relación con los diferentes estadios sucesionales en la regeneración natural de áreas abandonada por la minería de oro.

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Descripción del problema**

El proceso de deforestación y degradación de suelos por actividades productivas y extractivas, especialmente por la minería de oro son aspectos que ponen en riesgo los bosques de Madre de Dios, incluido los ubicados en áreas naturales protegidas, así como la existencia de los beneficiarios y pueblos originarios que dependen de ella. La desaparición de ecosistemas y la contaminación que ella genera en aguas y suelos es una preocupación de carácter público, en ese sentido es necesario comprender la dinámica de los espacios disturbados y la capacidad de resiliencia de la vegetación lo más cercano a su estado original.

Comprendiendo que la evaluación de la regeneración natural vegetativa en espacios afectados por la actividad minera tiene como objetivo la recuperación del ecosistema natural, es necesario sistematizar y analizar la base de estudios de la vegetación en áreas abandonadas por minería de oro en la región de Madre de Dios, como herramienta para abordar estrategias de recuperación de áreas degradadas. En ese sentido, la composición florística, su estructura y la dinámica de la etapa sucesional de la vegetación en función al tiempo de abandono, constituye una fuente importante para iniciar el proceso de restauración del bosque como parte de los procesos ecológicos y la capacidad de resiliencia del ecosistema.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 General**

¿Cuál es la dinámica la vegetación arbórea arbustiva en concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios?

### **1.2.2 Específicos**

- ✓ ¿Cómo es la composición florística de la vegetación arbórea arbustiva por categoría de regeneración natural en las concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios?
- ✓ ¿Cuales son los índices de diversidad de la vegetación arbórea arbustiva en las concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios?
- ✓ ¿Cómo se comporta la etapa sucesional de la vegetación arbórea arbustiva en las concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios?

## **1.3 Objetivos del estudio**

### **1.3.1 Objetivo general**

Caracterizar la vegetación arbórea arbustiva en concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Determinar la composición florística de la vegetación arbórea arbustiva por categoría de regeneración natural en las

concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios.

- ✓ Determinar los índices de diversidad de la vegetación arbórea arbustiva en las concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios.
- ✓ Determinar la etapa sucesional de la vegetación arbórea arbustiva en las concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios.

#### 1.4 Variables

- ✓ **Variables independientes:** Vegetación arbóreas arbustivas en las categorías de plántula, brinzal, latizal y fustal.
- ✓ **Variables dependientes:** Composición florística de la vegetación arbórea arbustiva.

#### 1.5 Operacionalización de variables

Cuadro 1. Variables e indicadores del estudio.

TEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES
Caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva en concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto de la provincia de Tambopata de la región de Madre de Dios	✓ Determinar la composición florística de la vegetación arbórea y arbustiva por categoría de regeneración natural en las concesiones mineras del sector de fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios.	Composición florística por categoría de regeneración natural (grupos ecológicos)	1. Individuos
			2. Especies
			3. Familias
	✓ Determinar los índices de diversidad de la vegetación arbórea y arbustiva en las	Índices de diversidad	1. Cociente de mezcla
	2. Índice de Shannon-		

	concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios.		Wiener (H')
			3. Índice de diversidad de Simpson
	✓ Determinar la etapa sucesional de la vegetación arbórea y arbustiva en las concesiones mineras del sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia de Tambopata - Madre de Dios.	Estadios sucesionales	1. Pioneras
			2. Secundarias
			3. Tardías

## 1.6 Hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** La regeneración natural de la vegetación arbórea y arbustiva en áreas abandonadas por minería aurífera en el sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia Tambopata - Madre de Dios, no ha variado con respecto a su estado original.
- ✓ **Hipótesis alterna ( $H_a$ ):** La regeneración natural de la vegetación arbórea y arbustiva en áreas abandonadas por minería aurífera en el sector de Fortuna, distrito de Laberinto de la provincia Tambopata - Madre de Dios, ha variado con respecto a su estado original.

## 1.7 Justificación

La región de Madre de Dios está ubicada en el extremo sur oriente del Perú, en la frontera con Brasil y Bolivia, la mayor parte de su territorio se encuentra en la región natural conocida como selva baja, por lo que presenta un clima con altas temperaturas y abundantes lluvias, este bosque húmedo tropical se caracteriza por una enorme variedad de flora y fauna. La existencia de especies aun no descubiertas sus abundantes selvas vírgenes y la

contribución de sus extensos bosques al proceso natural de disminución de los dióxidos de carbono llevaron a la UNESCO a declarar a Madre de Dios como La Capital de la Biodiversidad del Perú.

Madre de Dios, es la región menos poblado del Perú, al contar con aproximadamente 121,183 pobladores, el 72% habitan en la provincia de Tambopata, siendo Puerto Maldonado la Capital y la ciudad más poblada de la región.

La región de Madre de Dios tiene como áreas protegidas el 47% de su territorio. En esta región se mantienen actividades económicas sostenibles tales como la recolección de castañas, la industria maderera con certificación y el ecoturismo tanto vivencial y de investigación biológica.

La deforestación por la actividad minera en la región de Madre de Dios, sin duda continuara por ser un recurso de valor económico, donde eminentemente se realiza desbosque para poder obtener este recurso y sobre todo la utilización los equipos a usarse para la extracción hace que el suelo se deteriore (Alarcón et al. 2016).

Actualmente se tiene estimaciones de la extensión y comportamiento de las áreas deforestadas por la actividad minera aurífera en toda la región de Madre de Dios. Según un estudio realizado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, IIAP, en el año 2002 unas 7 851 ha fueron deforestadas por la actividad minera, y en el año 2005, unas 10 585 ha. En esa misma tendencia Asner y Tupayachi (2017) reportan 68 228 ha al año 2016.

El ecosistema generado por la actividad minera se ha ido recuperándose frente a los años de actividad realizada, y sobre todo el de recuperarse en las condiciones de restauración en forma natural y autónoma de la vegetación, siendo así el caso de ver si existen especies pioneras y si estas pueden reiniciar la secuencia de colonización y restablecimiento de la vegetación de manera continua y en consecuencia la recuperación de las propiedades de orden superior del ecosistema (resistencia, resiliencia entre otros) (Vargas 2015).

## **1.8 Consideraciones éticas**

La investigación siguió un protocolo ergonómico para el tesista y personal de apoyo. La colecta de muestra botánicas e identificación fueron obtenidas siguiendo la metodología propuesta por el Herbario Alwyn Gentry de la Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.

La sistematización y análisis de datos siguieron los objetivos y metodología propuesta, con la finalidad de cumplir con los estándares establecidos, y tener una interpretación real de los datos, como base para recuperación de áreas bandonadas por la minería de oro aluvial en la region de Madre de Dios. Asimismo, durante todo el periodo de levantamiento de datos de campo y extracción de muestra, los propietarios de las concesiones mineras mostraron aceptación para la colecta de muestras.

Durante la fase de campo y análisis de datos, no se usaron materiales ni procedimientos que pongan en riesgo al tesista.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de estudio**

#### **2.1.1 Alcance internacional**

Flores et al. (2002), “realizaron la caracterización de la vegetación del río undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre en el departamento de La Paz del país de Bolivia, llegando a la conclusión que la estructura vertical de los bosques en Undumo presenta un patrón general de cuatro estratos, donde el estrato arbóreo se encuentra conformado por tres sub - estratos y los emergentes, permitiendo la presencia de una importante diversidad de fauna silvestre, particularmente primates, al interior de los bosques pueden presentarse diferencias estructurales de la vegetación arbórea por efecto de las perturbaciones humanas y naturales, como la caída de árboles, a pesar de estas diferencias, la distribución de DAP de1 la vegetación arbórea de Undumo se asemeja a las obtenidas en bosques no intervenidos”.

Paneque y Valdés (2008), “caracterizaron la composición florística de la vegetación de ribera de la parte superior de la cuenca del río San Diego, Pinar del Río, Cuba, teniendo como guía los índices de riqueza y diversidad; este trabajo se desarrolló en la cuenca hidrográfica del río San Diego Pinar del Río, Cuba, en el municipio de La Palma, perteneciente a la provincia de Pinar de Río, Cuba; con el objetivo de valorar aspectos significativos como: índices de riqueza y diversidad, para caracterizar adecuadamente la vegetación leñosa de los ecosistemas de galería de la zona de estudio, el estudio demostró que estos ecosistemas están seriamente dañados, pues los resultados obtenidos demuestran el nivel de degradación a que fueron sometidos durante años, la siembra intensiva de cultivos agrícolas en sus riberas (bosque de galería), la tala indiscriminada de sus principales

especies que conformaban en algún momento, la faja hidrorreguladora del río San Diego, son dos de las principales causas que han traído consigo este fenómeno, se concluyo que el nivel de degradación, es significativo para los ecosistemas estudiados, lo que se evidencian en el mal comportamiento de los diferentes indicadores medidos”.

Amaral et al. (2013), “evaluo tres áreas en proceso de regeneración natural, degradadas por minería de diamante, minería aurífera y fenómeno geológico, se instalo 50 (10mx10m), 30(10mx10m) y 36 (5mx3m) parcelas respectivamente, se registraron todos los individuos con  $DAS_{30}$  igual o mayor a 3 cm, de la misma forma en cada parcela, se registró en general 1152 individuos, siendo 153 individuos distribuidos en 5 familias y 9 especies para el área degradada por minería de diamante, 921 individuos distribuidos en 16 familias y 36 especies para el área degradada por minería aurífera, 78 individuos distribuidos en 9 familias y 11 especies para el área que sufrió un fenómeno geológico, encontrase que hubo relación entre las zonas degradadas en abundancia y composición florística de la vegetación colonizadora, teniendo como mayor relación las especies encontradas, Materia Orgánica (M.O) y humedad, las tres zonas presentan dominancia de especies pioneras pero diferencia en la presencia de especies secundarias iniciales y tardías, indicando que la zona degradada por minería aurífera es la más lenta recuperación o está en sucesión retrasada en comparación a las otras áreas, la dispersión por fauna y por el viento fueron las más relevantes en el repoblamiento del área”.

Díaz y Elcoro (2009), “realizaron un estudio de plantas colonizadoras en áreas perturbadas por la minería en el estado Bolívar, Venezuela. Como parte del inventario florístico de áreas afectadas por minería aluvial de oro y diamante en el estado de Bolívar, se visitaron cinco localidades entre 1992 y 1993 en cada localidad las colas se dividieron en cuatro áreas de acuerdo al sustrato y se colectaron plantas, las primeras hierbas y sufrutices aparecieron en los bordes de las lagunas, cortas y declives, la localidad asakaron presenta la mayor riqueza, seguida por supamo-parapapoy, el polaco, bochinche y *guaniamo cyperus odorata*, *c. luzulae*, *fairena umbellata*,

*pityrogramma calomelanos*, *trema micronthay*, *phytolacca rivinoides* son comunes a la mayoría de las localidades, las familias con más especies son Poaceae, Cyperaceae, Leguminosae, Melastomataceae, Asteraceae, Rubiaceae, Solanáceae, Onagraceae, Bignoniaceae y Clusiaceae”.

Schardosim et al. (2009), “evaluó la regeneración natural en un área degradada por minería con 28 años de abandono en santa Catarina, Brasil, se seleccionó tres zonas con aspectos geomorfológicos distintos, para evaluar la regeneración natural arbustivo-arbórea empleo el método de parcelas, siendo agrupadas en tres clases de altura de 0,2-0,5m clase 1, de 0,51-1,5m clase 2 y mayores a 1,51 m, pero menores a 5cm de DAP, realizado en unidades de 1mx1m (30 parcelas), 2mx2m (30 parcelas) y 5mx5m (30 parcelas) respectivamente, registrándose 32 especies, en cuanto a su forma de dispersión el 50% son anemocoricas, el 46,8% Zoocoricas y 3,2% Autocoria, los estadios sucesionales fueron 51,7% pioneras, 20,7% secundarias iniciales, 17,3% secundarias tardías y 10,3% clímax, las especies que tuvieron mejor desarrollo en la colonización y estructura de la regeneración natural fueron *Clethra escabra* pers., *Myrsine coriácea* (sw) R. Br. e *Miconia Cabucu* Hoehne., encontró un suelo bastante ácido con niveles de materia orgánica de medio a bajo, disponibilidad de fósforo y potasio de medio a bajo, las especies registradas se considera como indicadas para el uso en los proyectos de rehabilitación de áreas degradadas por minería en condiciones semejantes”.

Jacobi et al. (2008), “caracterizo la estructura y composición florística sobre campos de roca, en un área degradada por minería de hierro, en Minas Gerais, Brasil, con la finalidad de que estos estudios sirvan para la rehabilitación de áreas degradadas por la minería, evaluó 30 parcelas de 2m<sup>2</sup> distribuidas al azar, se encontraron 2151 individuos distribuidos en 16 familias y 36 especies, las familias más importantes fueron ORCHIDACEAE, POACEAE Y CYPERACEAE, y las especies de mayor importancia fueron *Andropogon ingratus* Hack. (POACEAE), *Lychnophora pinaster* Mart. (ASTERACEAE), *Bulbostylis fimbriata* (Nees) C. B. Clarke (CYPERACEAE), *Caulescens sophronitis* (ORCHIDACEAE) y *Sebastiania glandulosa* (Sw.)

Müll. Arg. (EUPHORBIACEAE), asimismo, sugiere que las especies encontradas serán consideradas en la definición de programas de recuperación de áreas degradadas, tolerantes a altas concentraciones de metales pesados”.

Paiva et al. (2007), “evaluo la dinámica y estructura de la regeneración natural e identificaron los tipos de agentes de dispersión en un área degradada por minería, elaborando una serie de indicadores sobre la dinámica de regeneración natural y poder clasificar una superficie anual de restauración forestal, evaluó 26 parcelas permanentes con cuatro años de seguimiento (2001-2005) en zonas restauradas, encontrando las siguientes conclusiones (i) tiene mayor número de especies en áreas de corta edad (9 - 13 años) que en los más maduros (18 - 24 años), (ii) las zonas mayores tienen mayor aumento número de especies, (iii) la abundancia tiende a ser mayor en áreas jóvenes, (iv) más del 80% de árboles son dispersados por fauna silvestre, que ejerce un papel clave en la sucesión ecológica, la investigación estaba destinada a optimizar el paradigma de la restauración de los bosques; la maximización de la biodiversidad y la biomasa para plantar árboles, especialmente los de rápido crecimiento regional y adaptados a estos ambientes”.

Araújo et al. (2005), “determino la composición florística de la vegetación colonizadora de un área degradada por minería, para el levantamiento florístico se abarcó un área de 0,5 ha, subdivida en 50 parcelas continuas de 10mx10m, fueron incluidos todos los individuos con CAP igual o superior a 10 cm, la composición florística que se encontraron fue 64 especies, 50 géneros y 30 familias, las familias con mayor número de especies fueron LEGUMINOSAE (11 especies), ANNONACEAE (5 especies), LAURACEAE e MELASTOMATACEAE (4 especies), en cuanto el género con mayor número de especies fue *Machaerium* (3), en cuanto al análisis del sustrato, se determinó que el suelo es ácido y está en inicio de formación del horizonte A, las formas de dispersión preponderante fue la Zoocoria 60%, seguido de Anemocoria 33% y Autocoria 7%, donde se destacó la importancia de individuos remanentes, fragmentos próximos a su fauna

asociada, las categorías sucesionales fueron secundaria Inicial 43,75%, pionera 35,9%, secundaria 7,81% y los que no pudieron ser clasificados 12,5%”.

Gómez et al. (s/f), “en su estudio inventario florístico de especies encontradas en sitios contaminados con desechos mineros en Taxco, Guerrero, México, realizaron un inventario florístico en dos zonas perturbadas por la actividad minera conocidas como jales, en la Sierra de Taxco, en el municipio Taxco de Alarcón registrándose en total 185 números de colecta pertenecientes a 31 especies en 30 géneros y 20 familias en las zonas adyacentes al polígono de estudio, se reconocieron 6 tipos de comunidades vegetales que colindan con los jales, de los cuales el bosque tropical caducifolio es el más abundante, seguido por el bosque de coníferas, el bosque mesófilo de montaña, el bosque de galería y finalmente por los pastizales con humedales semipermanentes”.

### **2.1.2 Alcance nacional**

Sabogal (1980), “reporto la caracterización ecológico silvicultural del bosque Copal Jenaro Herrera; llegando a la siguiente conclusión; la técnica del análisis estructural permite obtener información del conjunto florístico de la comunidad, en diversidad e importancia ecológica de las especies, el análisis de la vegetación a través de parcelas de muestreo suministra información específica de una unidad de vegetación, permitiendo mayores conocimientos para la aplicación de las intervenciones silviculturales”.

Nebel et al. (2000), “realizo la evaluación de la estructura y composición florística del bosque de la llanura aluvial en la amazonía peruana - bosque alto, llegando a la conclusión, que, en la restinga alta, los árboles grandes como: *Maquira coriácea*, *Guarea macrophylla*, *Terminalia oblonga*, *Spondias mombin*, *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans*, son todos notables y caracterizados por una alta dominancia relativa”.

### 2.1.3 Alcance local

Sajami (2017), “reporto la regeneración natural de áreas degradadas por la minería aurífera en el distrito de Laberinto, Tambopata – Madre de Dios, para ello se evaluó la composición florística, estructura horizontal y los estadios sucesionales en un área de 0,35 ha distribuida en 14 parcelas de 250 m<sup>2</sup> (0,025 ha) por categorías de años de abandono (0 – 5 Años, >5 – 10 Años, y > 10 Años), para ello se registró individuos mayores o iguales a 3 cm de circunferencia, clasificados en Brinzales, Latizales y Fustales dentro de las parcelas de muestreo, el estudio reportó 1023 individuos distribuidos en 80 especies y 27 familias, las familias más abundantes fueron LEGUMINOSAE, ANNONACEAE, EUPHORBIACEAE, RUBIACEAE Y SALICACEAE, presentando la mayor abundancia de individuos en la etapa de Brinzal y Latizal, en cuanto a las especies más importantes en la recuperación de áreas degradadas mostraron a la *Chromolaena laevigata* (431,43 individuos), *Piper* sp1 (420 individuos), y *Cecropia membranacea* (365,71), concentrando el 41,64% del total de individuos, en cuanto al índice de Valor de Importancia, este reporto como las especies más importantes a *Ochroma pyramidale*, *Cecropia membranacea*, *Chromolaena laevigata*, *Inga thibaudiana*, y *Piper* sp1, aportando con el 157,41% (de 300%) del peso ecológico de las especies del área degradada, los estadios sucesionales muestran un bosque en transición de la etapa pionera a secundaria inicial, sin embargo, también presenta elementos típicos de los bosques en etapas más avanzadas, especies secundarias tardías, indicando el avance de la sucesión secundaria”.

Cutire et al. (2017), “en su estudio caracterización ecológica de bosques secundarios regenerados en áreas degradadas producto de la actividad aurífera en la comunidad de Tres Islas, Madre de Dios, Perú, muestran que la vegetación del área está compuesta por 49 especies distribuidos en 25 familias, las familias, siendo la más abundantes la Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae y Cecropiaceae, y la mayoría de las especies en las etapas de brinzal y latizal, las especies más abundantes fueron *Bahuinia* sp, *Baccharis* sp y *Cecropia engleriana*, sobresaliendo entre ellas *Bahuinia* y *Baccharis*, en

cuanto a las especies más frecuentes fueron *Cecropia engleriana*, *Ochroma pyramidale*, *Schizolobium parahyba*, *Ficus insípida*, *Guazuma crinita*, *Senna silvestris*, *Stizophyllum sp*, *Zanthoxylum ekmani*, *Ceiba samauma* y *Baccharis sp*, con poca diferencia entre ellos excepto *Cecropia engleriana* cuya frecuencia fue considerablemente superior (10,83%), asimismo, las especies dominantes fueron *Ficus insípida*, *Cecropia engleriana*, *Baccharis sp*, *Guazuma crinita*, *Senna Silvestris*, *Calycophyllum spruceanum*, *Inga marginata*, *Bixa urucuna*, *Ochroma pyramidale* y *Schizolobium parahyba*, sobresaliendo notablemente *Ficus insípida* debido a individuos con gran diámetro, el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies mostro a la *Baccharis sp*, *Cecropia engleriana*, *Bauhinia sp* y *Ficus insípida* como las más importantes que las demás especies, la clasificación de las especies en categorías sucesionales según su ecología, mostró que las especies con mayor IVI en el área son especies pioneras como *Baccharis sp* y *Cecropia engleriana*, seguida de especies secundarias iniciales como *Bauhinia sp* y *Ficus insípida*, y en general existe un mayor número de especies pioneras (20) frente a especies secundarias tardías (12) y muy pocas especies secundarias tardías (2), a pesar del estado de degradación a que fueron sometidas, las áreas degradadas de Tres Islas se encuentran en proceso de regeneración de la cubierta forestal; después de 8 a 12 años de cierre de mina de estas áreas, existe gran cantidad de especies pioneras que están facilitando la aparición de especies secundarias iniciales, con una alta diversidad de especies”.

Pacheco y Alarcón (2014) “determinaron la composición florística, tipo de suelo, factores influyentes en la diseminación de semillas y el estadio sucesional de la regeneración natural de un área degradada por minería aurífera sector Teniente Acevedo – Tambopata – Madre de Dios, se evaluó un área de 0,5ha distribuidas en 50 parcelas al azar de una dimensión de 10mx10m, registrándose los individuos con CAP mayores iguales a 10cm, para determinar las características edáficas se colectó muestras tanto para el sustrato y los perfiles A y B observados en una calicata, los estadios sucesionales y las formas de dispersión fueron generadas de acuerdo a revisiones bibliográficas en base a la composición florística registrada, el

estudio reportó 789 individuos distribuidos en 36 especies y 19 familias, reportando como las más importantes a *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) 36,25% y *Cecropia engleriana* Snethl. 34,35% en el repoblamiento de estas áreas, asimismo se reportó la abundancia de la familia FABACEAE (25%) aportando 9 especies, seguido por MALVACEAE (13,89%) con 5 especies, las características edáficas mostraron un suelo con textura gruesa, franco arenoso, con pocos nutrientes, muy ácido, en proceso de formación de horizontes A y B y altos contenidos de aluminio, que condiciona el proceso de regeneración natural, en la dispersión se semilla predominó zoocoria 69,44% seguida de la dispersión por el viento anemocoria 25% y autocoria 5,56%, dejando a la fauna como principal responsable del repoblamiento de esta área, sin dejar de lado la gran importancia de los bosques aledaños que son los que sirven de hábitat para los referidos dispersores, los estadios sucesionales caracterizó una predominancia de las especies pioneras 47,22% seguido por las secundarias iniciales 13,89% y secundaria tardía 5,56%, determinando que el área se encuentra inicio de sucesión pionera por la presencia de especies secundarias iniciales en mayor proporción que las secundarias tardías, que marca una etapa en la que las especies pioneras están generando las condiciones para dar paso a las iniciales y éstas a su vez a las tardías”.

## **2.2 Marco teorico**

### **2.2.1 Bosque**

“Tierra que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotada de árboles de una altura superior a 5 metros una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ, no incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano” (Brown 1997; FAO 2010; Yepes et al. 2015).

Por otro lado según el Protocolo de Kioto (Protocolo 17), a través de los acuerdos de Marrakech señala que el bosque “es la superficie mínima de tierras de 0,05 y 1,0 hectáreas, y cuenta con una cubierta coposa entre 10% y

30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima in situ de 2 hasta 5 metros a su madurez” (UNFCCC 2001). Asimismo Pacheco et al. (2011), definen “que la superficie mínima de bosque 1 ha, altura mínima de cubierta 2 m y cobertura mínima de copa de 10%”.

No existe una definición y clasificación única de los servicios, sin embargo, no existe duda de que “los bosques cumplen una valiosa función reguladora clave en todos los procesos relacionadas con el suelo, agua, aire, clima, paisaje, ambiente y con la vida en general” (FAO 2016).

### 2.2.2 Clasificación de bosques

- ✓ **Bosque primario.** “Ecosistema boscoso con vegetación original, caracterizado por la abundancia de árboles maduros de especies del dosel superior o dominante, que ha evolucionado de manera natural y que ha sido poco perturbado por actividades humanas o causas naturales” (FAO 2010; Mas et al. 2002).
- ✓ **Plantación forestal.** “Terreno en el cual se han instalado árboles de una o más especies forestales, nativas o exóticas, con fines de producción, protección o provisión de servicios ambientales, o una combinación de ellos” (FAO 2010; Mas et al. 2002).
- ✓ **Especie exótica.** “Toda especie cuyas poblaciones silvestres no se distribuyen en forma natural en el ámbito geográfico del territorio nacional, que ha sido introducido por factores antropogénicos, en forma intencional o fortuita” (FAO 2010).
- ✓ **Bosque secundario.** “Vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras cuya vegetación original fue destruida por actividades humanas” (Camelo 2015; FAO 2010; Mas et al. 2002).

### **2.2.3 Especie**

Se define como “un grupo de individuos que se asemejan en aspecto, comportamiento, carácter y procesos químicos y en estructura genética, los organismos que se reproducen sexualmente se clasifican como miembros de la misma especie, sólo si actual o potencialmente pueden cruzarse y producir descendencia fértil, aproximadamente 1,7 millones de especies han sido formalmente nombradas y descritas, cerca del 6% de las especies identificadas viven en latitudes boreal o polar, 59% en las zonas templadas y 35% en los trópicos” (Camelo 2015; FAO 2010; Henao et al. 2015; Hernández et al. 2015).

### **2.2.4 Sucesion ecologica**

“Es un proceso dinámico resultante de la interacción de los factores bióticos y abióticos en el tiempo, que da lugar a la formación de un ecosistema complejo y estable, la sucesión ha sido uno de los conceptos más importantes en el desarrollo de la ecología como ciencia, su estudio abarca una enorme multiplicidad de procesos y tiene un gran potencial para el desarrollo de programas de gestión, conservación y restauración de ecosistemas” (Finegan 1984).

“Sucesión ecológica es un término aceptado por la mayoría de los ecólogos para identificar a los cambios temporales que se presentan en la estructura, la composición taxonómica y las funciones de un ecosistema después de que este es perturbado” (Bazzaz 1996). “Los cambios ecológicos que sufre el ecosistema en sucesión, así como la velocidad con la que ocurren estos cambios, dependen de las características del disturbio (por ejemplo, extensión, intensidad y frecuencia), la disponibilidad de propágulos regenerativos (como semillas y plántulas, de origen local y foráneo), del ambiente biótico (depredadores, granívoros, herbívoros, patógenos y parásitos, entre otros) y de las condiciones abióticas prevalecientes en el sitio perturbado” (Grubb 1985).

En las regiones tropicales calido-humedas, “la disponibilidad de propagulos regenerativos y la disponibilidad de microhabitats propicios para el desarrollo de estos propagulos son dos factores que actúan como controladores de la sucesión vegetal en un campo agropecuario abandonado” (Uhl 1998). En caso de una alteración ambiental extrema, “el proceso de sucesión puede detenerse, dar lugar a un ecosistema totalmente distinto al original, o bien puede no ocurrir” (Aide y Cavelier 1994).

“La sucesión es un proceso que implica patrones no estacionales, direccionales y continuos de colonizaciones y extinciones de poblaciones de especies, se ha encontrado que la tasa de recuperación de un ecosistema perturbado se relaciona directamente con el tipo y la intensidad de la perturbación que ha sufrido, ya que esto determina el tipo de propágulos que permanecen en el sitio” (Camelo 2015; FAO 2010; Henao et al. 2015; Hernández, et al. 2015; MacArthur y Wilson 2015).

“Existen una serie de factores biológicos y ecológicos que contribuyen a identificar las características básicas de cualquier proceso de sucesión vegetal” (MacArthur y Wilson 2015):

- ✓ “El tipo de perturbación, es decir la intensidad de la perturbación, su duración en el tiempo y tamaño, factores que en conjunto determinan las condiciones de sitio en el momento de iniciarse la sucesión y en las primeras fases de la misma”.
- ✓ “Los propágulos que existen en el suelo en el momento de iniciarse la sucesión (abundancia y composición) y los que son diseminados de fuentes aledañas”.
- ✓ “Las especies que logran establecerse, crecer, y desarrollarse en el sitio”.
- ✓ “El efecto producido por la vegetación establecida y en desarrollo”.
- ✓ “La competencia, tanto intra como interespecífica, y otras interacciones bióticas”.

### **2.2.5 Restauracion**

“La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad, con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre” (Winterhalder et al. 2004). “La restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica, por lo tanto, las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la restauración, asimismo el ecosistema restaurado puede no recuperar su condición anterior debido a limitaciones y condiciones actuales que pueden orientar su desarrollo por una trayectoria diferente, así la restauración se produce si se alcanza el estado original del sistema del que se partía un estado primigenio” (Winterhalder, et al. 2004).

### **2.2.6 Regeneracion natural**

“El proceso de renovación no se desarrolla uniforme y simultáneamente, sino que ocurre en pequeños grupos en diferentes partes del rodal y en tiempos diferentes, por ello, no se puede decir que el bosque tropical primario se encuentra en un equilibrio estático, sino más bien en un equilibrio dinámico, donde los procesos están generados por cambios locales de luz originados por los claros, los claros juegan un papel muy importante en la dinámica del bosque y son causados por varios factores como: deslizamientos de tierra, temblores, tornados, huracanes, por la caída natural de un árbol, o por el aprovechamiento forestal” (Clark 1987). El mismo autor “considera que la regeneración natural es todo un proceso se puede considerar como el agregado de procesos mediante el cual el bosque se restablece por medios naturales, teniendo un aspecto dinámico y otro estático, la regeneración natural de los bosques tropicales está influenciada por muchos factores, estableciéndose dos grandes grupos: factores ambientales y factores intrínsecos, los ambientales se refieren a luz, agua, suelo y factores bióticos, los factores intrínsecos se refiere a los que tienen que ver con la especie,

como estructura de la población, abundancia, crecimiento y fenología” (Camelo 2015; FAO 2010; Henao et al. 2015; Hernández et al. 2015).

Clark (1987), “menciona que, en vez de enfocar a la necesidad de un claro, es más útil identificar los factores ambientales específicos que influyen en la regeneración de una especie, entre los posibles factores críticos se incluyen: la intensidad y calidad de la luz, el nivel de competencia de raíces, textura del suelo, y la invasión de depredadores o patógenos, estos factores interactúan impidiendo o favoreciendo la regeneración de las especies según sus exigencias a los mismos, en los estudios de regeneración natural, se han establecidos categorías de tamaños, muchos de los cuales están influenciado por el tipo de investigación que se desarrolla, sin embargo las categorías más empleadas, designan la regeneración natural, como la masa que se ubica por debajo de 10 cm de diámetro, las categorías más usadas dividen la regeneración son”: (Camelo 2015; FAO 2010; Henao, et al. 2015; Hernández et al. 2015):

- ✓ “Compartimiento B, se refiere a la masa comprendida entre 1,3 m de altura y 9,9 cm de diámetro (d)”.
- ✓ “Compartimiento C, se refiere a la masa comprendida entre 0,3 m y 1,3 m de altura”.
- ✓ “Otras clasificaciones establecen categorías de tamaño de la regeneración como: Latizal y Brinzal, donde latizal se refiere al comportamiento B y brinzal al comportamiento C”.

### **2.2.7 Composición florística**

“Es la cantidad de árboles que existen por especie en un área determinada, se debe conocer de qué familia proceden y cuantos individuos hay por cada especie, la composición florística de un bosque se enfoca como la diversidad de especies en un ecosistema la cual se mide por su riqueza y representatividad, y está representada en un bosque como todas las especies arbóreas que están integrando un ecosistema forestal, cuando hacemos un análisis de composición florística lo que hacemos es evaluar un

listado de nombres comunes, científicos y familias botánicas” (Alarcón 2011; Alarcón y Zevallos 2011; Luna et al. 2005).

### 2.2.8 Grupos ecológicos de especies

Tradicionalmente, se han definido grupos ecológicos en bosque tropical, “para reconocer y agrupar especies que poseen características biológicas y ecológicas similares (Grupos ecológicos de especies = Gremios de especies), una de las clasificaciones más utilizadas en la actualidad es la planteada por (Finegan 1984; Finegan 1992), que contempla cuatro gremios”

- ✓ **Heliófitas efímeras:** “Especies intolerantes a la sombra, de rápido crecimiento, de vida corta, aptas para la colonización de espacios abiertos, las semillas mantienen su viabilidad por largo tiempo, tenemos ejemplos de las especies del género *Cecropia*, *heliocarpus*, *Ochroma* y *Trema*; en especies comerciales: *Ochroma lagopus*, *Jacaranda copaia* y *Schizolobium paraybum*” (Finegan 1992).
- ✓ **Heliófitas durables:** “Especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga, las semillas mantienen la viabilidad por menos tiempo que las heliófitas efímeras, además de colonizar espacios abiertos pueden regenerarse en claros más pequeños en el bosque, requieren altos niveles de luz para poder establecerse y sobrevivir, como ejemplo tenemos a la *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Swietenia* sp, entre otros” (Finegan 1992).
- ✓ **Esciófitas parciales:** “Toleran la sombra en etapas tempranas del desarrollo, pero requieren de luz para pasar a la etapa final de desarrollo, tienen épocas poco predecibles de fructificación con producción irregular, ejemplo *Peltogyne* sp., *Casearia gossypiosperma*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Sacoglottis mattogrosensis* entre otras” (Finegan 1992).
- ✓ **Esciófitas totales:** “No requieren de iluminación directa para su desarrollo, crecen bajo la sombra, se regeneran en cualquier lugar

bajo el dosel del bosque, como ejemplo tenemos a *Rinorea* sp., *Pimenta dioica*" (Finegan 1992).

"Otra clasificación de los gremios sugiere clases de grupos de especies con diferencias bien definidas en cuanto a las exigencias de luz; sin embargo, no existen clases discretas, sino una gradiente de niveles de exigencias, la gradiente entre los requisitos lumínicos de las diferentes especies se puede ilustrar por medio del concepto de umbral lumínico, umbral Lumínico es el estado de desarrollo a partir del cual el árbol requiere mayor disponibilidad de luz" (Finegan 1992).

- ✓ **Semilla:** "Principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas, desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de bosques y la sucesión ecológica, fuente de alimento para animales, principal recurso para el manejo agrícola y silvícola de las poblaciones de las plantas, pueden almacenarse vivas por largos periodos asegurándose la preservación de especies y variedades de plantas" (Finegan 1992).
- ✓ **Plantula:** "Planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que desarrollan las primeras hojas verdaderas, las partes que se pueden reconocer en una plántula dicotiledónea son las siguientes cotiledones u hojas embrionarias, hojas verdaderas o nomófilos, epicotilo, hipocotilo, yema apical, yemas axilares, y radícula" (Finegan 1992).
- ✓ **Brinzal:** "Término utilizado en las ciencias forestales para referirse a cualquier árbol silvestre de muy poca edad y de un tamaño inferior a la altura de las rodillas, recientemente también se le utiliza para referirse a los árboles pequeños cultivados" (Finegan 1992).
- ✓ **Latizal:** "Etapas de desarrollo de un rodal en que se intensifica la poda natural en los individuos y se alcanza el crecimiento máximo en altura, se inicia la diferenciación de copas, existe bajo latizal: desde el comienzo de la poda natural hasta que alcanza un diámetro normal de

10 cm, alto latizal: el diámetro normal medio se sitúa entre 10 y 20 cm” (Finegan 1992).

- ✓ **Futzal:** “Cuando la masa alcanza un diámetro normal medio superior a 20cm, Fustal Bajo o joven cuando el diámetro se sitúa entre 20 y 35 cm, Fustal Medio cuando el diámetro es mayor de 35 cm y menor de 50 cm, y Fustal Alto o viejo cuando las Masas con diámetros normales medios mayores de 50 cm” (Finegan 1992).

### 2.2.9 Indices de diversidad

“La evaluación de la diversidad biológica a nivel mundial ha indicado que existen alrededor de 1,5 millones de especies vivientes descritas por Wilson (1988), de las cuales 1500 especies corresponden a anfibios y reptiles, más de 4 000 especies de bacterias, 4 500 especies de mamíferos, 5 000 especies de virus, 10 000 especies de aves, 22 000 especies de peces, más de 70 000 especies de hongos, unas 270 000 especies de plantas, 400 000 especies de invertebrados y más de 960 000 especies de insectos, de éstas más de 60 000 son escarabajos, sin embargo, el número puede exceder los 5 millones de especies, pero estudios más recientes consideran que el intervalo real está entre 5 y 30 millones, siendo los insectos el grupo con mayor riqueza de especies” (Melo y Vargas 2003a).

“Más de la mitad de las anteriores cifras han sido registradas en las regiones húmedas tropicales que corresponden al 7% de las tierras emergidas, constituyéndose en los ecosistemas más ricos y complejos del mundo, con múltiples y complejas relaciones entre los organismos, el suelo y la atmósfera, dando como resultado una gran fragilidad que afecta principalmente la regeneración natural del ecosistema” (Melo y Vargas 2003a).

“Los trópicos húmedos son extremadamente ricos en especies de plantas, del total mundial de las especies de plantas vasculares, alrededor de dos tercios (170 000 especies) se encuentran en las regiones tropicales, unas 85 000 están ubicadas en centro y sur América, 35 000 en África tropical (8 500 de ellas en Madagascar) y 40 000 en Asia (25 000 en Malasia), unas pocas

familias de plantas caracterizan la vegetación de los trópicos húmedos como por ejemplo las *Myristicaceas*, *Annonaceas*, *Musaceas* y *Ebenaceas*” (Melo y Vargas 2003a). “Entre los diferentes bosques tropicales hay gran similitud a nivel de familia, pero hay alta disimilitud a nivel de género y más acentuada aún a nivel de especie, las tres regiones tienen altos valores en cuanto a la abundancia de leguminosas especialmente de la subfamilia *Caesalpinioideae*, al igual que *Annonaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lauraceae*, *Moraceae*, *Myristicaceae*, *Rubiaceae* y *Sapotaceae*. Sobre pequeñas áreas las *Annonaceas*, *Euphorbiaceas* y *Rubiaceas*, son las familias que presentan mayor riqueza de especies en dichos lugares” (Melo y Vargas 2003a).

La región neo tropical (Tópico americano), “es caracterizada por las *Lecitidáceas* con 11 géneros y alrededor de 120 especies, en Asia y especialmente Malasia se caracteriza por la alta riqueza de especies de *Dipterocarpaceas*, por ejemplo, en Borneo se encuentran 287 especies distribuidas en 9 géneros, en África existe una situación particular, se presentan pocas familias, pocos géneros y pocas especies a diferencia de las otras dos regiones” (Melo y Vargas 2003a).

### **2.2.9.1 Medidas de diversidad de especies**

Se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: “La diversidad alfa, que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria, diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gama, que es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores” (Sabogal 1980).

“La diversidad se compone de dos elementos, variedad o riqueza y abundancia relativa de especies, su expresión se logra mediante el registro del número de especies, y la descripción de la abundancia relativa o mediante el uso de una medida que combine los dos componentes” (Magurran 1988).

“El término riqueza de especies, hace referencia al concepto más antiguo y simple sobre la diversidad biológica, él expresa el número de especies

presentes en una comunidad, las dificultades de utilizar esta medida, radica en que a menudo no es posible medir la totalidad de especies presentes en la comunidad, otro concepto de gran importancia en los estudios de diversidad biológica es el de uniformidad o equidad, que se refiere a la cuantificación de comunidades cuyas especies están representadas con diferentes números de individuos, frente a una comunidad hipotética donde todas las especies están igualmente representadas, de otro lado el término heterogeneidad propuesto, combina la riqueza de especies y la uniformidad, hace referencia a la probabilidad de que dos individuos extraídos al azar de una población, pertenezcan a especies diferentes” (Magurran 1988).

- ✓ **Alfa diversidad:** “Para la evaluación de la diversidad al interior de un ecosistema en particular se utilizan tres grupos de medidas que corresponden a los índices de: riqueza de especies, abundancia relativa de especies y finalmente, los modelos de abundancia de especies” (Magurran 1988).
- ✓ **Evaluación de riqueza de especies:** “Se utilizan esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como índices de densidad de especies, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos para la riqueza de especies” (Magurran 1988).
- ✓ **Índices basados en la abundancia relativa de especies:** “Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa. A este tipo pertenecen el de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Simpson ( $D$ ,  $1/D$ ) y Berger Parker ( $d$ ,  $1/d$ )” (Magurran 1988).

Por otro lado, “el Cociente de mezcla (CM), expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos totales. El CM proporciona una idea somera de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques, es de mencionar que los valores del CM dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas

con muestreos de igual intensidad (CM = Número de especies / Número total de individuos)” (Sabogal 1980).

“El índice de **Shannon-Wiener** ( $H'$ ), mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes, cuando el índice se calcula para varias muestras, los índices se distribuyen de manera normal, lo que hace posible comparar el conjunto mediante el análisis de varianza y se recomienda para comparar hábitats diferentes, la homogeneidad exhibida por la comunidad equivale a la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima, la cual es conocida como **E**” (Krebs 1989).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

$$\text{Diversidad Maxima} = \ln(S) \quad (2)$$

$$E = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (3)$$

Donde:

$H'$  = Diversidad de Shannon

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$  ( $n_i/N$ )).

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$ .

$E$  = Uniformidad de Shannon.

$S$  = Número total de especies en el muestreo.

“El Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) , es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos, en ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat, toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa, el índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la

unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población, y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat” (Simpson 1960).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (4)$$

Donde:

S = es el número de especies

N = es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

N = es el número de ejemplares por especie

### 2.2.10 Estadios sucesionales

“La importancia del estudio de las fases sucesionales es muy grande no solo por el hecho de recuperar un ecosistema natural, sino porque en estas fases se encuentran una serie de potencialidades biológicas que pueden ser de utilidad para el hombre, como la existencia de grupos de especies de muy rápido crecimiento, así como algunos grupos adaptados a condiciones extremas que pueden resultar susceptibles de explotación” (Gómez-Pompa et al. 1976).

“En las selvas tropicales el comportamiento de las especies está en buena medida determinado por la luz, y por ello el concepto de tolerancia e intolerancia a la sombra se mantiene como criterio básico para agrupar a las especies y así ayudar a entender los procesos de sucesión y desarrollo del bosque” (Corlett 1994; Finegan 1984; Finegan 1992; Ton et al. 1998).

- ✓ **Primera fase:** “En los primeros meses después del abandono, el sitio es colonizado por especies pioneras herbáceas y arbustivas y bejucos de muy variadas familias, que forman una comunidad baja que puede ocupar el sitio hasta dos o tres años; a menudo las especies heliófitas efímeras se establecen rápidamente durante esta fase, el periodo de duración se prolonga hasta los 10 años” (Corlett 1994; Finegan 1984; Finegan 1992; Ton et al. 1998).

- ✓ **Segunda fase:** “Las heliófitas efímeras forman una comunidad de muy baja riqueza florística que es dominada por una o pocas especies, crecen muy rápidamente formando un dosel cerrado, eliminando las especies de la primera fase por su sombra, y se establecen las heliófitas durables y surgen las primeras especies esciófitas que nacen a la sombra de las heliófitas. Esta etapa se prolonga entre 10 a 25 años” (Corlett 1994; Finegan 1984; Finegan 1992; Ton et al. 1998).
- ✓ **Tercera fase:** “Después de los 25 años, la dominancia de las heliófitas durables comerciales es evidente y el incremento en la presencia de las esciófitas en los estratos inferiores del bosque es significativo, con el deterioro de las heliófitas durables por su madurez o envejecimiento, son reemplazadas por las esciófitas que se están desarrollando simultáneamente en el dosel inferior y que inician su ascenso al dosel superior, la duración de esta fase se prolonga más de 100 años” (Corlett 1994; Finegan 1984; Finegan 1992; Ton et al. 1998).

### 2.2.11 Parcelas de evaluación

“La determinación del tamaño de las unidades de muestreo depende de varios factores tales como el patrón espacial de distribución de los árboles de las especies en el bosque, las categorías de tamaño de los individuos muestreados, la riqueza y la diversidad de especies del bosque evaluado, cuando el patrón espacial de los individuos es aleatorio, puede utilizarse cualquier tamaño de parcela sin que se altere la exactitud de las estimaciones, sin embargo, cuando se presentan patrones gregarios o agrupados en las especies, se hace necesario incrementar el área de muestreo para disminuir los errores e identificar las escala del mismo” (Matteucci y Colma 1982; Salami et al. 2015).

“El tipo de parcela, dependiendo de los objetivos de las investigaciones y trabajos, puede ser permanentes o temporales, para el primer caso, la parcela se utiliza generalmente en muestreos rápidos de tipo exploratorio,

tales como inventarios de especies, en la evaluación de la masa forestal de un bosque determinado o el estado actual de la regeneración natural, la información capturada obedece a registros puntuales, para lo cual no se necesita delimitar la unidad o marcar los individuos para la evaluación, las unidades de muestreo deben satisfacer tres (3) requisitos fundamentales como son distinguirse claramente, las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, finalmente, una vez seleccionadas la forma y tamaño, deben mantenerse tan uniforme como sea posible a lo largo del trabajo” (Matteucci y Colma 1982; Salami et al. 2015). Asimismo, “mencionan una de las parcelas más utilizadas en los diferentes tipos de estudios de vegetación, corresponde a los transectos que son parcelas rectangulares, en las cuales se facilita la evaluación de variables, caminando en línea recta, sin necesidad de hacer grandes desplazamientos laterales”, como lo mencionan (Orozco y Brumer 2002).

“El uso de transectos son utilizados en estudios estructurales, especialmente en el proceso de construcción de perfiles de vegetación permite evaluar la estructura vertical del bosque, para este tipo de estudios, las parcelas rectangulares son el único tipo de unidad que puede facilitar la captura y evaluación de la vegetación para tal fin, sin embargo, las dimensiones de dichos transectos no están unificadas, dependiendo principalmente del grado de cobertura, así como de la altura y el diámetro de los árboles que constituyen el bosque, de acuerdo con esto, se pueden encontrar transectos cuyas dimensiones varían de 5, 10, 15 hasta 20 m de ancho y 20, 50 hasta 100 m de largo” (Melo y Vargas 2003b; Whitmore y Sayer 1992).

### **2.3 Definición de términos**

**Bosque:** Pacheco et al. (2011), definen “que la superficie mínima de bosque 1 ha, altura mínima de cubierta 2 m y cobertura mínima de copa de 10%, sin embargo, no existe duda de que los bosques cumplen una valiosa función reguladora clave en todos los procesos relacionadas con el suelo, agua, aire, clima, paisaje, ambiente y con la vida en general”.

**Deforestación:** La FAO (2005) define a la deforestación como “la transformación del bosque en otros usos de la tierra o a la reducción de la cubierta de la copa por debajo del umbral mínimo de 10%, además, considera que la deforestación y la quema son principales causantes de las emisiones de los GEI, donde predomina el CO<sub>2</sub>, sin embargo, el proceso de descomposición orgánica genera también CH<sub>4</sub> (metano) gas que es 21 veces más nocivo que el CO<sub>2</sub> aunque es generado en bajas concentraciones”.

**Regeneración Natural:** La regeneración natural “es la recuperación de un bosque, después de sufrir una alteración, en ausencia de la intervención humana, esta acción resulta en el incremento de la funcionalidad del ecosistema, la complejidad y estructura en la diversidad de especies vegetales y la disponibilidad de un hábitat, entre otros” (Clark 1987).

**Grupos ecológicos:** “Grupo de especies que poseen características biológicas y ecológicas similares (Grupos ecológicos de especies = Gremios de especies)” (Finegan 1992).

**Composición florística:** “Es la cantidad de árboles que existen por especie en un área determinada, se debe conocer de qué familia proceden y cuantos individuos hay por cada especie” (Alarcón 2011; Alarcón y Zevallos 2011; Luna et al. 2005).

**Sucesión ecológica:** “concepto de tolerancia e intolerancia a la sombra se mantiene como criterio básico para agrupar a las especies y así ayudar a entender los procesos de sucesión y desarrollo del bosque” (Corlett 1994; Finegan 1984; Finegan 1992; Ton et al. 1998).

**Minería:** “Es toda actividad de reconocimiento, exploración y explotación de productos mineros” (Montúfar 1989).

**Minería aurífera aluvial:** “Se define un placer como un depósito de arena, grava u otros materiales residuales o detríticos que contienen uno o más minerales de valor económico, los cuales se han acumulado por procesos de descompisicion de la roca matriz in situ” (Manotas et al. 2001).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Tipo de estudio**

La investigación es descriptiva, porque se prestó atención y determino la vegetación por categoría de regeneración, diversidad y estadios sucesionales de la regeneración natural en áreas abandonadas por la minería de oro aluvial, con el propósito de extraer generalidades (Baray 2006; Castro 2003; Hernández et al. 2010).

### **3.2 Diseño de investigación**

La investigación es Transaccional (transversal) porque se recolecta y describe datos en un solo tiempo. Se describe las variables y se analiza su influencia e interrelación sobre la dinámica de la regeneración natural en áreas abandonadas por la minería de oro aluvial (Baray 2006; Castro 2003; Hernández et al. 2010).

### **3.3 Población**

Para el estudio se consiedro como población las concesiones mineras ubicadas en el sector de Fortuna del distrito de Laberinto, provincia de Tambopata, departamento de de Madre de Dios.

El número (N) total de la población consideradas fueron 65 concesiones mineras.

### **3.4 Muestra**

Para determinar el número de muestras se utilizó la distribución binomial de probabilidad propuesta por Casal y Mateu (2003). Las muestras fueron

seleccionadas en función al tiempo de abandono de las áreas deforestadas y degradadas por la minería aurífera, evidencia de recuperación natural del área. Para nuestro caso se considero un rango promedio entre 30 – 35 años. Para verificar el tiempo de abandono se recurrió a los testimonios de los lugareños, observación y procesamiento a través de imágenes de satélite Landsat.

El tamaño de muestra se calculo mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1)E^2 + Z^2pq} \quad (5)$$

Dónde:

N = Total de la población

Z = 1,96 (si la seguridad es del 95%)

p = Proporción esperada (en este caso 5% = 0,05)

q = 1 – p (en este caso 1-0,05 = 0,95)

d = Precisión (en este caso deseamos un 10%).

n = muestras

$$N = 7$$

$$Z^2 = 1,96^2$$

$$p = 0,05$$

$$q = 0,95$$

$$d = 10$$

$$n = ?$$

$$n = \frac{1,45}{0,27} = 5,43$$

**Total de muestras: 05**

Las concesiones tomadas para el muestreo de la evaluación de regeneración fueron las siguientes (cuadro 2):

Cuadro 2. Descripción de las concesiones mineras a muestrear.

N°	Nombre de concesión	Tamaño (ha)
1	Asociación Fortuna II	200
2	Fortuna I	874
3	Milagritos I	874
4	Sol de Mayo - I	800
5	Tres de Agosto	900

Fuente: (GOREMAD y IIAP 2009).

Para determinar las unidades de muestreo se siguió la metodología propuesta por el Instituto Nacional de recursos Naturales (INRENA) (Zarabia y Tomás 2005). Previamente se realizó un inventario preliminar, con los resultados obtenidos en el inventario, se procedio a realizar los cálculos para obtener el número de unidades de muestreo, para ello se utilizo utilizo la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(t_{gl})^2 (CV\%)^2}{(E\%)^2 + \frac{(t_{gl})^2 (CV\%)^2}{N}} \quad (6)$$

Donde:

$n$  = N° de unidades de muestreo requeridas

$t_{gl}$  = Grados de libertad de la tabla de distribución de t student.

CV% = Coeficiente de variación.

E% = Error de muestreo.

N = Tamaño de la Muestra.

Los resultados se muestran en el cuadro 3:

Cuadro 3. Unidades de muestreo por concesion minera.

N°	Concesión minera	Número de parcelas	Área de evaluación (ha)	Tiempo de abandono (años)
1	Asociación Fortuna II	11	1,10	30
2	Fortuna I	14	1,40	31
3	Milagritos I	14	1,40	34
4	Sol de Mayo I	13	1,30	33
5	Tres de Agosto	25	2,50	31

### 3.5 Metodo y técnicas

#### 3.5.1 Lugar de estudio

La region de Madre de Dios está situada al sureste del Perú. Limita por el norte con la región de Ucayali y el país vecino de Brasil, por el este con los países de Brasil y Bolivia, por el sur con las regiones de Cusco y Puno y por el oeste con las regiones de Cusco y Ucayali. Presenta una superficie de 85 873,22 km<sup>2</sup> que representa el 6,7% del territorio nacional (GOREMAD y IIAP, 2009).

El presente estudio se ubicó en el sector de Fortuna, distrito de Puerto Rosario – Laberinto. “El Distrito de Laberinto, creado mediante Ley N° 26349 del 07 de septiembre de 1994, se encuentra ubicado en el Departamento de Madre de Dios, parte central de la Provincia de Tambopata a orillas de la margen derecha del río Madre de Dios y se le asignó como su capital el centro poblado Puerto Rosario de Laberinto, al que se le otorgó la categoría de Villa, se localiza en la margen derecha, aguas abajo del río Madre de Dios a 50 km de la carretera Puerto Maldonado-Cusco y se accede por un desvío de 6 km desde la carretera principal. Mediante Ley N° 26346, este centro poblado, se constituye como capital legal del distrito de Laberinto, su

rol principal es la prestación de servicios de apoyo para la producción aurífera y comercial” (GOREMAD y IIAP, 2009).

### 3.5.2 Extensión

“El Distrito de Laberinto tiene una extensión de área total de 4 582,76 km<sup>2</sup> y la localidad de Laberinto se extiende desde el km 35 de la carretera Puerto Maldonado-Quincemil, hasta el km 83, alcanzando una superficie de 2 189 km<sup>2</sup>” (GOREMAD y IIAP 2009).

Los límites del distrito son los siguientes:

**“Por el norte:** con el Distrito de Tambopata y Fitzcarrald; emplea como hito geográfico separador el río Pariamanu siguiendo su cauce río abajo hasta la naciente de la quebrada Chorrera,

**Por este:** con el distrito de Tambopata,

**Por el sur:** con el distrito de Inambari y Tambopata,

**Por el Oeste:** con el distrito de Inambari y Madre de Dios” (GOREMAD y IIAP 2009).

### 3.5.2 Temperatura

“La temperatura media anual es de 25°C, las máximas llegan a 38°C y las mínimas descienden a 8°C, siendo los meses más cálidos diciembre, enero y febrero y meses más fríos junio, julio y agosto, paralelas se presenta a veces bajas de temperatura conocido como friaje o surazo por las masas de aires fríos que llegan del Sur este Americano” (GOREMAD y IIAP 2009).

“Así mismo este clima cálido y húmedo favorece la proliferación de enfermedades tropicales como, malaria, Leishmaniasis, fiebre amarilla, dengue, todas transmitidas por vectores tropicales; motivo por el cual estas enfermedades se han hecho endémicas; además las micosis y parasitosis también son más frecuentes que en otras latitudes favorecidas por el clima cálido y húmedo” (GOREMAD y IIAP 2009).

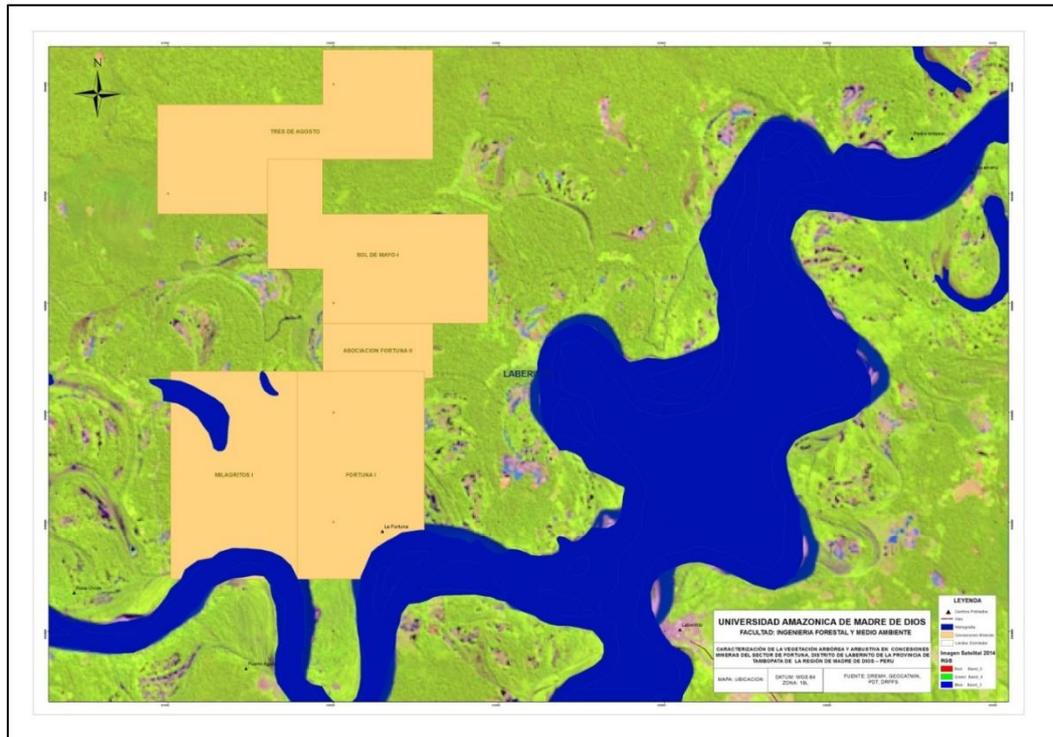


Figura 1. Ubicación del área de estudio, sector de Fortuna, Laberinto, Tambopata, Madre de Dios - Perú

### 3.5.3 Método

Con la finalidad de evaluar de manera significativa las áreas abandonadas por la minería aurífera en el sector de Fortuna, distrito de Laberinto, se consideró 5 concesiones mineras y 77 parcelas de 1 000 m<sup>2</sup> (0,1 ha) por tiempo de abandono (30 – 35 años), y análisis por categoría de regeneración (Individuos x ha, Número de especies).

Posteriormente se midió y estudió la composición florística de la regeneración natural y los estadios sucesionales de las especies (Alarcón 2011; Brako y Zarucchi 1993; Lamprecht 1990; Radford et al. 1974; Thomas 1976; Valois 2016).

### 3.5.4 Técnicas de recopilación de datos

El trabajo de campo (inventario) se realizó en los meses de noviembre y diciembre de 2014. La recolección de información abarcó la unidad de análisis de muestreo en el sector de Fortuna, distrito de Laberinto en 5 concesiones minera distribuidas 77 parcelas 10m x 100m (1 000m<sup>2</sup>) que comprende un área de 7,7 ha. Las parcelas se localizo por conveniencia y con un criterio de inclusión de años de abandono del área por la minería aurífera aluvial. Para la evaluación de la vegetación arbórea y arbustivas se registraron individuos mayores o igual a 3 cm de circunferencia, tomando como base lo reportado por Malleux (1982), quedando las unidades de análisis, como:

- ✓ Parcelas de 10m x 100m (1 000m<sup>2</sup>): Individuos arbóreos (DAP > 40cm).
- ✓ Parcelas de 10m x 10m (100m<sup>2</sup>): Fustales (Individuos con DAP >= a 10 cm y menor a 40cm).
- ✓ Parcelas de 5m x 5m (25m<sup>2</sup>): Latizales (Individuos con DAP >= 5 cm y < 10cm).
- ✓ Parcelas de 2m x 2m (4m<sup>2</sup>): Brinzales (Individuos con altura mayor a 0,30 m hasta 1,30 m y con DAP < 5 cm)

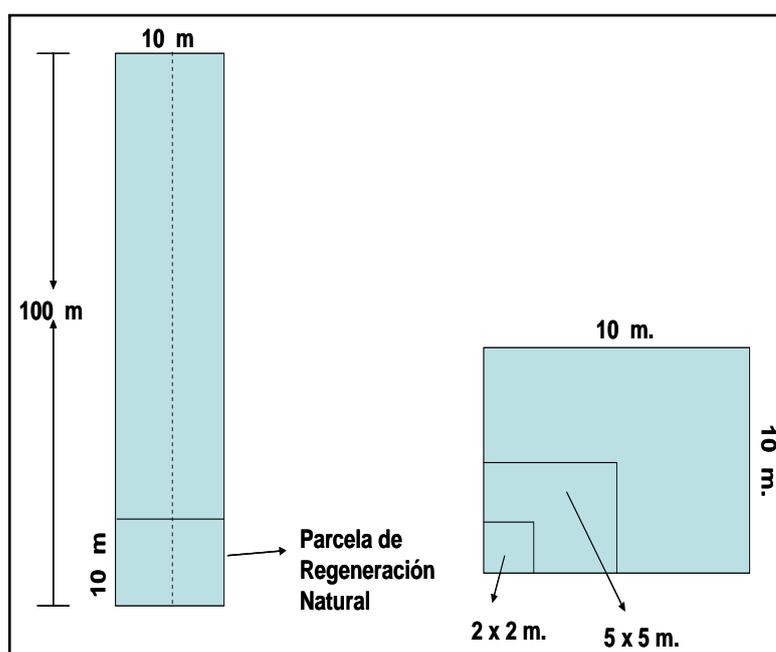


Figura 2. Diseño de unidades de muestreo.

Fuente: (Malleux 1982).

Cuadro 4. Distribucion de unidades de muestreo por parcela y concesion

N°	Concesión minera	Número de parcelas	Categoría de unidades de muestreo	Unidades de muestreo	Área de unidades de muestreo (ha)
1	Asociación Fortuna II	11	Arboreo	10m x 100m (0,1ha)	1,10
			Fustal	10m x 10m (0,01ha)	0,11
			Latizal	5m x 5m (0,0025ha)	0,0275
			Brinzal	2m x 2m (0,0004ha)	0,0044
2	Fortuna I	14	Arboreo	10m x 100m (0,1ha)	1,40
			Fustal	10m x 10m (0,01ha)	0,14
			Latizal	5m x 5m (0,0025ha)	0,035
			Brinzal	2m x 2m (0,0004ha)	0,0056
3	Milagritos I	14	Arboreo	10m x 100m (0,1ha)	1,40
			Fustal	10m x 10m (0,01ha)	0,14
			Latizal	5m x 5m (0,0025ha)	0,035
			Brinzal	2m x 2m (0,0004ha)	0,0056
4	Sol de Mayo I	13	Arboreo	10m x 100m (0,1ha)	1,30
			Fustal	10m x 10m (0,01ha)	0,13
			Latizal	5m x 5m (0,0025ha)	0,0325
			Brinzal	2m x 2m (0,0004ha)	0,0052
5	Tres de Agosto	25	Arboreo	10m x 100m (0,1ha)	2,50
			Fustal	10m x 10m (0,01ha)	0,25
			Latizal	5m x 5m (0,0025ha)	0,0625
			Brinzal	2m x 2m (0,0004ha)	0,01

minera.

Cuadro 5. Distribucion de área por unidades de muestreo.

Categoría de unidades de muestreo	Área de Unidades de muestreo (ha)
Arboreo	7,70
Fustal	0,77
Latizal	0,1925
Brinzal	0,0308

Para el acopio, métodos y estudio de la información se utilizó el programa Excel, la recolección del material botánico siguió el protocolo del Herbario Alwyn Gentry, y la determinación taxonómica se hizo siguiendo la metodología de (Brako y Zarucchi 1993; Radford, et al. 1974; Thomas 1976), y Angiosperm Phylogenetic Group – AGP III (Bremer et al. 2009; Haston et al. 2009).

### **3.5.5 Determinación de la composición florística**

Para el levantamiento de datos de la composición florística se instaló parcelas de 10m x 100m (0,1ha) en áreas abandonada por minería de oro con rango promedio de 30 – 35 años. Para la constatación del área se apoyo con la ayuda de habitantes del sector y contrastada por medio de imágenes de satélite Landsat.

El estudio considero la medición de árboles y arbustos, exceptuando herbáceas y lianas, se registraron individuos en las categorías de regeneración clasificadas en brinzales (2m x 2m), latizales (5m x 5m), fustales (10m x 10m) y arbóreas (10m x 100m) dentro de las parcelas de muestreo. Se midió la altura total y el diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada individuo, asimismo se colecto material botánico para su identificación. “La identificación fue siguiendo el protocolo de colección del Herbario Alwyn Gentry y la clasificación taxonómica de acuerdo a la metodología de” (Radford, et al. 1974; Thomas 1976), y del Angiosperm Phylogenetic Group – AGP III (Bremer, et al. 2009; Haston, et al. 2009), “que considera uso de claves de determinación, comparación del material de herbario, uso de bibliografía especializada y consulta con especialistas” (Brako y Zarucchi 1993). La verificación de los nombres científicos de las especies identificadas fueron realizadas a través del portal web: <http://www.tropicos.org/> base de datos público perteneciente a Missouri Botanical Garden.

### 3.5.6 Índices de diversidad de la vegetación arbórea arbustiva

Para el cálculo de la diversidad de la vegetación arbórea y arbustiva en áreas abandonadas por la minería de oro en el sector de Fortuna, distrito de Laberinto se aplicó el Cociente de Mezcla, Índice de Shannon Wiener ( $H'$ ) e índice de diversidad de Simpson ( $D$ ).

El Cociente de mezcla (CM), “expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos totales, el CM proporciona una idea somera de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques, es de mencionar que los valores del CM dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad (CM = Número de especies / Número total de individuos)” (Sabogal 1980).

Mientras que el “El índice de Shannon-Wiener ( $H$ ), mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes, cuando el índice se calcula para varias muestras, los índices se distribuyen de manera normal, lo que hace posible comparar el conjunto mediante el análisis de varianza y se recomienda para comparar hábitats diferentes, la homogeneidad exhibida por la comunidad equivale a la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima, la cual es conocida como  $E$ ” (Krebs 1989).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

$$\text{Diversidad Maxima} = \ln(S) \quad (2)$$

$$E = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (3)$$

Donde:

$H'$  = Diversidad de Shannon

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$  ( $n_i/N$ )).

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$ .

$E$  = Uniformidad de Shannon.

$S$  = Número total de especies en el muestreo.

Por otro lado, “el Índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos, en ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat, toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa, el índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población, y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat” (Simpson 1960).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (4)$$

Donde:

$S$  = es el número de especies

$N$  = es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

$n$  = es el número de ejemplares por especie

### **3.5.7 Determinación de los estadios sucesionales de las especies**

Las especies identificadas y evaluadas fueron agrupadas en “categorías sucesionales: pioneras, secundarias iniciales, y secundarias tardías”, de acuerdo a la clasificación desarrollada por Gandolfil et al. (1995).

Las especies sin referencia fueron consideradas como Sin Clasificación (SC), de acuerdo a lo reportado por (Coelho et al. 2016; Gandolfil et al. 1995; Neto et al. 2009; Paula et al. 2004).

### **3.6 Tratamientos de datos**

Los datos fueron aplicados bajo el criterio de la estadística descriptiva, a través del programa Microsoft Excel.

Para el primer objetivo, sobre la composición florística de la vegetación arbórea y arbustiva por categoría de regeneración natural en las concesiones mineras del sector de Fortuna distrito de Laberinto, provincia de Tambopata, Madre de Dios se aplicó un levantamiento en campo y procesamiento descriptivo de los datos de las especies a nivel arbustivo y arbóreo, en las categorías de plántula, brinzal, latizal, fustal y árbol.

Respecto al segundo objetivo, sobre los índices de diversidad de la vegetación arbórea y arbustiva en las concesiones mineras del sector de Fortuna distrito de Laberinto, provincia de Tambopata, Madre de Dios, se empleó el Cociente de Mezcla (CM), el Índice de Shannon Wiener ( $H'$ ) e Índice de Simpson.

Para el tercer objetivo, sobre la etapa sucesional de la vegetación arbórea y arbustiva en las concesiones mineras del sector de Fortuna distrito de Laberinto, provincia de Tambopata, Madre de Dios, se utilizó el procesamiento descriptivo para medir las especies en los estadios sucesionales de pioneras, secundarias iniciales, y secundarias tardías.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Composición florística de la regeneración natural**

El levantamiento florístico está determinado por la vegetación arbórea y arbustiva que representa un total de 3 120 individuos distribuidos en 121 especies y 40 Familias botánicas.

Las familias con mayor número de especies fueron: FABACEAE con 21 especies, MALVACEAE con 11; MORACEAE 9; LAURACEAE 6; ANNONACEAE, EUPHORBIACEAE, RUBIACEAE y URTICACEAE con 5; APOCYNACEAE, LECYTHIDACEAE, MELIACEAE y MYRISTICACEAE con 4; CHRYSOBALANACEAE y SAPOTACEAE con 3; ANACARDIACEAE, BIGNONIACEAE, BURSERACEAE, CLUSIACEAE, MYRTACEAE y VIOLACEAE con 2; ASPARAGACEAE, BIXACEAE, BORAGINACEAE, CALASTRACEAE, CARICACEAE, CELASTRACEAE, EBENACEAE, ELAEOCARPACEAE, MELASTOMATACEAE, NYCTAGINACEAE, OLACACEAE, PETIVERERACEAE, PHYLLANTACEAE, PIPERACEAE, POLYGONACEAE, RUTACEAE, SIPARUNACEAE, SOLANACEAE, y ULMACEAE una especie (cuadro 6).

Las especies encontradas en las diferentes categorías de regeneración natural del área abandonada por la minería de aurífera aluvial, presentan a las especies más abundantes; *Pseudolmedia laevigata* Trécul, *Pseudolmedia macrophylla* Trécul, *Inga oerstediana* Benth. ex Seem., *Virola calophylla* (Spruce) Warb., *Tetragastris altissima* (Aubl.) Swart, *Gutteria chlorantha* Diels, *Leonia glycyarpa* Ruiz & Pav., *Duguetia quitarensis*, *Gutteria alutacea*, y *Aniba taubertiana* Mez, especies que presentan una amplia distribución en las categorías de brinzal, latizal, fustal y árbol.

Las especies con mayor presencia en la categoría de brinzal se encuentra representada por *Pseudolmedia laevigata* Trécul, *Inga oerstediana* Benth. ex

Seem., *Virola calophylla* (Spruce) Warb., *Tetragastris altíssima* (Aubl.) Swart, *Piper aduncum* L., *Oxandra mediocris* Diels, y *Guatteria chlorantha* Diels.

La categoría de latizal por las especies *Virola calophylla* (Spruce) Warb., *Duguetia quitarensis*, *Rinoreaocarpus ulei* Ducke, *Pseudolmedia laevigata* Trécul, *Aniba taubertiana* Mez, y *Guatteria chlorantha* Diels.

En cuanto la categoría de fustal, las especies con mayor número estuvo conformada por *Pseudolmedia laevigata* Trécul y *Guatteria chlorantha* Diels.

Mientras que, en la categoría de árbol, fueron *Virola calophylla* (Spruce) Warb., *Pseudolmedia laevigata* Trécul, *Guatteria chlorantha* Diels, *Inga oerstediana* Benth. ex Seem., *Licania heteromorpha* Benth., *Pterocarpus amazonum* Mart. ex Benth., *Cecropia polystachya* Trécul, *Matisia ochrocalyx* K. Schum., *Aniba taubertiana* Mez, y *Guatteria alutacea* **Ver Anexo 1.** (Cuadro 1: Familias, especies y número de individuos encontrados en la regeneración natural del área abandonada por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna – Laberinto).

La abundancia por unidad de hectarea en las diferentes categorías en el área abandonada por la minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna, estuvo representada por las especies *P. laevigata* (6 233,77), *V. calophylla* (1 866,23), *I. oerstediana* (1 837,27), *T. altíssima* (1 165,97), *P. macrophylla* (1 066,49), *P. aduncum* (1 006,49), *O. mediocris* (815,58), *R. ulei* (808,96), *G. chlorantha* (797,14), *S. parahyba* (588,31).

Las especies e individuos con mayor número por categoría de regeneración, fue en la etapa de árbol; 113 especies y 1 945 individuos, brinzal; 70 especies y 685 individuos, seguido de fustal; 62 especies y 194 individuos, disminuyendo en etapa de latizal; 54 especies y 296 individuos (cuadro 6 y figura 3).

Por otro lado, se reporta la abundancia de especies únicamente en una etapa de desarrollo, tales como *Brunfelsia* sp., en la etapa de brinzal; *Astronium lecointei*, *Spondias mombin* L., *Couma macrocarpa* Barb. Rodr., *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose, *Jacaratia digitata* (Poepp.) Solms, *Acacia polyphylla*, *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Copaifera*

*officinalis* (Jacq.) L., *Copaifera reticulata*, *Diploptropis purpurea* (Rich.) Amshoff, *Dipteryx micrantha* Harms. Mientras que la *Apeiba membranacea*, y *Heliocarpus americanus* L., se muestran solamente en fustales y árboles (cuadro 6).

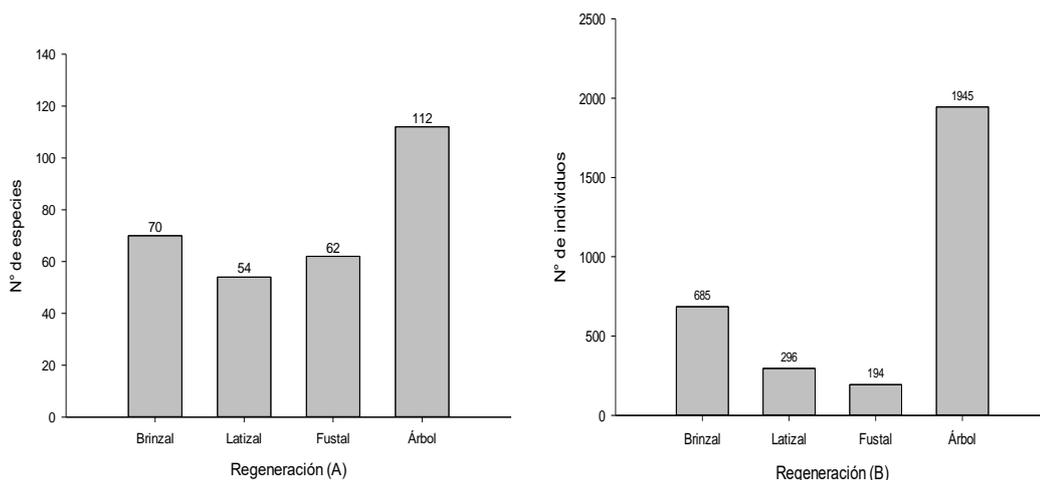


Figura 3. Número de especies (A) e individuos (B) en las tres etapas de desarrollo, encontrados en la regeneración natural del área abandonada por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto.

La composición florística de la vegetación arbórea y arbustiva en áreas abandonadas por la minería de oro aluvial en el sector de Fortuna de Fortuna – Laberinto (3 120 individuos, 121 especies y 40 familias) se asemejan a los hallazgos reportados por (Flores et al. 2002; Gómez et al. s/f; Paiva et al. 2007), “que determinan la dinámica de recuperación y la capacidad de resiliencia de la vegetación en áreas perturbadas”. La aparición rápida de especies colonizadoras temporales y permanentes es una característica típica para que más adelante aparezcan especies con mayores exigencias, la presencia de estos patrones a través de estratos y los años transcurridos son fundamentales para la recuperación del área, y la diversidad de especies de flora y fauna.

En cuanto a los resultados mostrados en la investigación a nivel sudamericano coinciden con lo propuesto por Araújo et al. (2005), “donde la

vegetación colonizadora (individuos iguales o superiores a 10 cm de CAP) de un área degradada por minería de Caolín en Brás Pires - Brasil, registro 64 especies, 50 géneros y 30 familias botánicas, mostrando a las familias con mayor presencia de especies a la LEGUMINOSAE (11 especies), ANNONACEAE (5 especies), LAURACEAE y MELASTOMACEAE (4 especies)". Por su parte Amaral et al. (2013), "registro en áreas degradadas por minería aurífera, 921 individuos distribuidos en 16 familias y 36 especies", datos similares que fueron publicados anteriormente por Díaz y Elcoro (2009), quienes "evaluaron las plantas colonizadoras en áreas perturbadas y abandonadas por la minería en el estado Bolívar, Venezuela, reportando a las familias botánicas con mayores especies a LEGUMINOSAE, MELASTOMACEAE, ASTERACEAE, RUBIACEAE, SOLANACEAE, y CLUSIACEAE".

A nivel local Pacheco y Alarcón (2014), muestran los primeros hallazgos de la "composición florística de la regeneración natural de un área degradada por minería aurífera sector Teniente Acevedo – Laberinto (Tambopata – Madre de Dios), donde registraron individuos con CAP mayores iguales a 10cm el estudio reportó 789 individuos distribuidos en 36 especies y 19 familias botánicas, las familias con especies más abundantes mostraron a la FABACEAE (25%) con 9 especies, seguido de MALVACEAE (13,89%) con 5 especies, las especies más abundantes, dominantes e importantes reportaron a *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) 36,25% y *Cecropia engleriana* Snethl. 34,35% en el repoblamiento de estas áreas". En esa misma línea Cutire, et al. (2017), "realizan la caracterización ecológica en bosques secundarios regenerados en la comunidad nativa de Tres Islas, Madre de Dios - Perú, donde determinan que la composición florística está conformada por 49 especies distribuidos en 25 familias botánicas, siendo las más abundantes la FABACEAE, ASTERACEAE, MALVACEAE y CECROPIACEAE, con abundancia y dominancia de especies en la categoría de regeneración de brinzal y latizal; *Bahinia* sp, *Baccharis* sp, y *Cecropia engleriana*". Sajami (2017), "muestra hallazgos de la dinámica de la vegetación (individuos mayores o iguales a 3 cm de circunferencia) en áreas degradadas por la minería aurífera en el distrito de Laberinto, Tambopata –

Madre de Dios, reportando 1 023 individuos distribuidos en 80 especies y 27 familias, siendo la LEGUMINOSAE, ANNONACEAE, EUPHORBIACEAE, RUBIACEAE y SALICACEAE las familias con mayor número de individuos en la etapa de brinzal y latizal, las especies más abundantes, dominantes e importantes en la recuperación de áreas degradadas fueron la *Chromolaena laevigata* con 431,43 individuos, *Piper* sp1 con 420 individuos, y *Cecropia membranacea* con 365,71, concentrando el 41,64% del total”.

Hallazgos que sustentan el trabajo desarrollado y que confirman a las familias botánicas; FABACEAE con 21 especies, MALVACEAE con 11 especies, MORACEAE con 9 especies, LAURACEAE con 6 especies, ANNONACEAE, EUPHORBIACEAE, RUBIACEAE y URTICACEAE con 5 especies, como las más importantes en la recuperación de áreas abandonadas, degradadas y/o perturbadas por la minería, en nuestro caso de oro aluvial y un tiempo de abandono de 30 – 35 años.

Por otro lado, Jacobi, et al. (2008), “caracterizo la vegetación y estructura sobre campos de roca, en un área degradada por minería de hierro, Minas Gerais -Brasil, reportando 2 151 individuos en 16 familias botánicas y 36 especies, siendo la *Lychnophora pinaster* Mart. (ASTERACEAE), y la *Sebastiania glandulosa* (Sw.) Müll. Arg. (EUPHORBIACEAE) las más destacadas”. ScharDOSIM, et al. (2009), “en la evaluación de un área degradada por minería con 28 años de abandono en Santa Catarina, Brasil, registro 32 especies, y las especies que tuvieron mejor desarrollo en la colonización y estructura de la regeneración natural fueron *Clethra escabra* pers., *Myrsine coriacea* (Sw) R. Br. e *Miconia Cabucu* Hoehne”. Los resultados en cuanto al registro de especies no coinciden con la investigación propuesta, sin embargo, se destacan la importancia de la familia botánica; ASTERACEAE y EUPHORBIACEAE como importantes recuperaciones de áreas impactadas por minería.

## 4.2 Índices de diversidad de la vegetación

### 4.2.1 Cociente de mezcla (CM)

El cociente de mezcla reporta un valor de 1:26, indicando que por cada especie encontrada se presentan 26 individuos en el área abandonada por la minería de oro. Se observa una área en recuperación con cierta proporción de mezcla con moderada heterogeneidad, producto del tiempo de recuperación y las categorías de regeneración natural consideradas en el estudio (cuadro 6 y figura 3), resultados que coinciden con los propuestos por (Amaral, et al. 2013; Araújo, et al. 2005; Cutire, et al. 2017; Díaz y Elcoro 2009; Gómez, et al. s/f; Jacobi, et al. 2008; Pacheco y Alarcón 2014; Paiva, et al. 2007; Sajami 2017; Schardosim, et al. 2009)

Este valor difiere de estudios en bosques naturales y de la vegetación en áreas degradadas reportadas por (Flores, et al. 2002; Nebel, et al. 2000; Paneque y Valdés 2008; Sabogal 1980), donde registraron individuos a partir de 10cm de diámetro normal, y muestran el cociente mezcla promedio de 1:3 a 1:5, resultados que marcan una tendencia a un bosque de heterogeneidad florística acentuada, diferente al área de estudio que se caracteriza por la presencia de especies arbóreas y arbustivas con moderada heterogeneidad, influenciada en mayor grado por el número elevado de individuos en la categoría de brinzal y latizal.

### 4.2.2 Índice de Shannon-Wiener (H')

La diversidad de especies mediante el índice de Shannon-Wiener, arroja alto en diversidad de especies (4,01). El estudio reportó una riqueza específica de 121 especies (S) con una diversidad máxima de 4,80. Se acentúa la familia FABACEAE con mayor riqueza de especies (22), lo que implica mayor dominancia estructural y mayor nivel de competitividad. La especie más importante dentro de esta familia fue la *I. coerstediana*.

La uniformidad de Shannon-Wiener (E) muestra un valor de 0,84 (4,01/4,80), el cual representa la heterogeneidad del área evaluada de la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima (Krebs 1989).

Hallazgos similares fueron encontrados por Paneque y Valdés (2008) “en la caracterización de la composición florística de la vegetación de ribera de la parte superior de la cuenca del río San Diego”. Sabogal (1980), “en la caracterización ecológico silvicultural del bosque Copal Jenaro Herrera”. Sajami (2017) y Cutire, et al. (2017) “en la evaluación de la regeneración natural de áreas degradadas por la minería aurífera en Madre de Dios; distrito de Laberinto y comunidad nativa Tres Islas”, respectivamente.

#### **4.2.3 Índice de Simpson**

El índice de diversidad de Simpson presenta una dominancia (D) de 0,03 y una diversidad (1-D) de 0,97, lo que cuantifica al área de estudio con una alta diversidad y muy baja dominancia de especies.

Hallazgos similares fueron encontrados por Paneque y Valdés (2008) “en la caracterización de la composición florística de la vegetación de ribera de la parte superior de la cuenca del río San Diego”. Sabogal (1980), “en la caracterización ecológico silvicultural del bosque Copal Jenaro Herrera”. Sajami (2017) y Cutire, et al. (2017) “en la evaluación de la regeneración natural de áreas degradadas por la minería aurífera en Madre de Dios; distrito de Laberinto y comunidad nativa Tres Islas”, respectivamente.

#### **4.3 Estadio (categoría) sucesional de la regeneración natural**

El levantamiento florístico (121) en el área de estudio reportó 39 (32,23%) especies en la categoría de sucesión pionera y con una clara tendencia dependiente de la luz, del mismo 51 (41,15%) especies en el estadio secundaria inicial y crecen en condiciones de luz no muy intensa, y 29 (23,97%) especies son de sucesión secundaria tardía o especies tolerantes a la sombra. De los resultados, Dos (2) (1,65%) especies no fueron categorizados (sin clasificación) (figura 4 y cuadro 7).

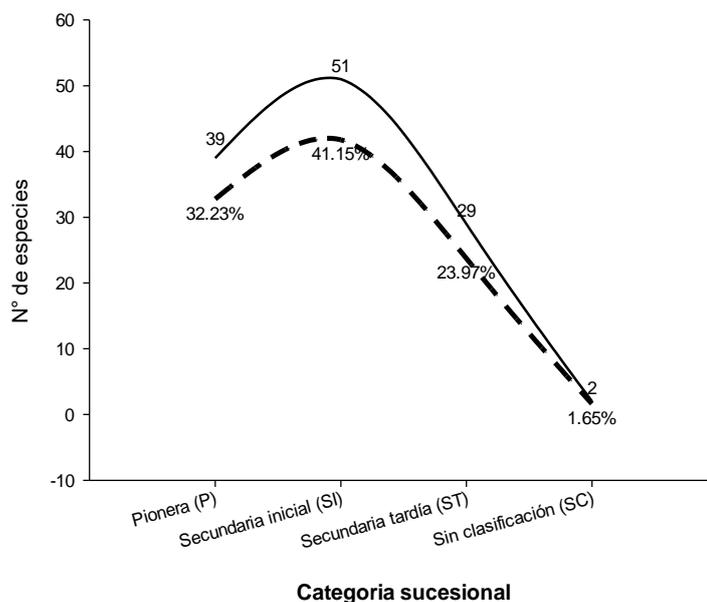


Figura 4. Número de especies por categoría sucesional, en áreas abandonadas por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto.

En cuanto al número total de individuos reportadas en el área, el 19,20% (599 ind.) son especies pioneras, 52,76% (1 646 ind.) en la categoría de secundarias iniciales, decreciendo en la categoría de secundarias tardías con 26,09% (814 ind.) de individuos. El 1,96% (61 ind.) de especies quedaron sin clasificar (figura 5 y cuadro 7).

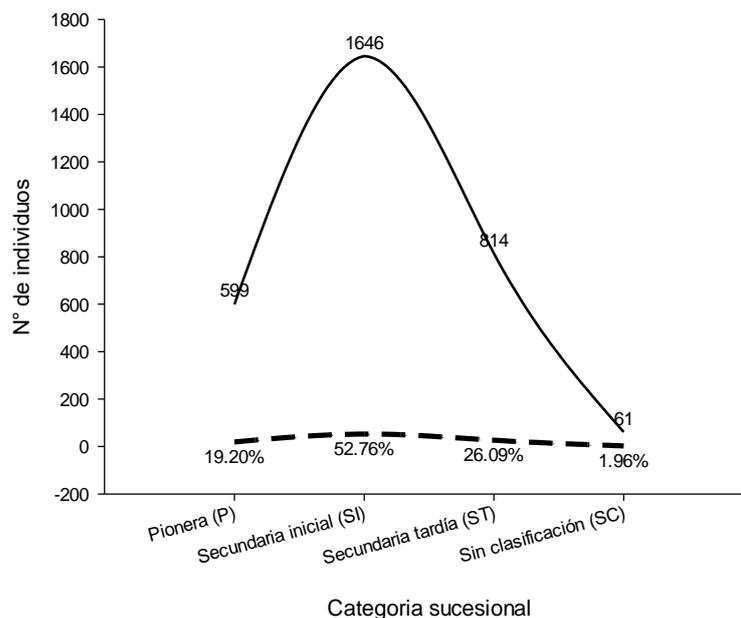


Figura 5. Número de individuos por categoría sucesional, en áreas abandonadas por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto.

La identificación de los estadios sucesionales de la vegetación arbórea arbustiva en el área abandonada por minería aurífera aluvial, muestra hallazgos que se encuentra en la etapa de transición de secundaria inicial a secundaria tardía, es decir, el área se encuentra en proceso de recuperación y formando cobertura boscosa, haciendo posible el establecimiento de especies tolerantes a la luz.

La representatividad de las familias con mayores especies e individuos en la categoría de pioneras son FABACEAE (*S. parahyba*), MALVACEAE (*M. ochrocalyx*), URTICACEAE (*C. polystachya*), y EUPHORBIACEA (*S. marmieri* Huber).

Mientras que las familias ANNONACEAE (*G. chlorantha*), LAURACEAE (*A. taubertiana*), MELIACEAE (*G. macrophylla*), y MYRISTICACEAE (*V. calophylla*) tienen mayor representatividad de especies en la etapa de sucesión inicial con mayor número de individuos.

La familia FABACEAE (*D. micrantha*) presenta mayor número de especies e individuos en la etapa de sucesión tardía. **Ver Anexo 2:** (Cuadro 2. Especies clasificadas según categoría sucesional, según consulta bibliográfica realizada, en áreas abandonadas por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna – Laberinto).

Los resultados propuestos se sustentan en hallazgos propuesto por Araújo, et al. (2005), “que reportan la abundancia y dominancia de especies secundarias iniciales (43,75%), seguido por las especies pioneras (35,90%) y en menor proporción las especies secundarias tardías (7,81%) de la composición florística de la vegetación colonizadora de un área degradada por minería con 20 años de abandono, por consiguiente presenta un bosque en etapa de transición pionera y fase inicial de sucesión secundaria inicial a tardía, fase que se asemeja a lo evaluado y que se atribuye al tiempo de abandono del área, de 30 a 35 años”. En cuanto al estudio publicado por Sajami (2017), sobre la regeneración natural de áreas degradadas por la minería aurífera en el distrito de Laberinto, Tambopata – Madre de Dios, con periodos de abandono de; 0 – 5 Años, >5 – 10 Años, y > 10 Años, existe cierta similitud, sin embargo, lo reportado por el autor datan un bosque en transición de etapa pionera a secundaria inicial, con un mayor número de individuos en la etapa pionera, pero un mayor número de especies en la etapa de sucesión inicial, que hacen deducir que el bosque se encuentran en inicio de fases más avanzadas (sucesión tardía), como parte del proceso de la dinámica de recuperación del área perturbada.

Por otro lado, difieren con otros estudios reportados por (Cutire, et al. 2017; Pacheco y Alarcón 2014; Schardosim, et al. 2009), “quienes determinaron la abundancia y dominancia de las especies pioneras, seguido por las especies secundarias, y en menor proporción las secundarias tardías en área abandonas por minería con rango promedio de 14 a 28 años”. Lo reportado por los autores, hace deducir que la característica de la vegetación, fragilidad del hábitat, grado de impacto o perturbación, y características geológicas del suelo son determinantes e infieren en la capacidad de la dinámica de recuperación del área (Amaral, et al. 2013).

## CONCLUSIONES

El levantamiento florístico en áreas abandonadas por minería de oro aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto, registraron 121 especies distribuidos en 40 familias, las familias más abundantes fueron FABACEAE (21), MALVACEAE (11), MORACEAE (9). La mayoría de las especies comprendieron las etapas de árbol, fustal y brinzal. Algunas especies relativamente abundantes se presentaron exclusivamente en la etapa de fustal y árbol, tales como *Brunfelsia* sp., presente en la etapa de brinzal; asimismo *Astronium lecointei*, *Spondias mombin*, *Couma macrocarpa*, *Handroanthus serratifolius*, *Jacaratia digitata*, *Acacia polyphylla*, *Apuleia leiocarpa*, *Copaifera officinalis*, *Copaifera reticulata*, *Diplostropis purpurea*, *Dipteryx micrantha*, *Apeiba membranacea*, y *Heliocarpus americanus*. En cuanto a las especies colonizadores más importantes en la recuperación de áreas abandonadas por minería y que mejor se adaptan a estas áreas, como base para el establecimiento de otras especies más exigentes fueron *Matisia ochrocalyx*, *Cecropia polystachya*, *Apeiba membranacea*, *Eugenia florida*, *Schizolobium parahyba*, *Maytenus macrocarpa*, y *Piper aduncum*.

Los índices de diversidad, a excepción del Cociente de Mezcla (CM) muestra al área de estudio con una alta diversidad de especies;  $H' = 4,01$  y  $1-D = 0,97$ . En el caso del cociente mezcla muestra un valor de 1:26, que lo caracteriza como medianamente diverso, y ello se debe en gran medida que estos datos son aceptables cuando las mediciones se registran a partir de 10 cm de DAP, en el estudio se consideró la medición de individuos a partir de 3 cm de circunferencia, teniendo la influencia del alto número de individuos en la categoría de brinzal.

La composición florística en las diferentes etapas de la sucesión muestra un bosque en transición de la etapa sucesión secundaria inicial a secundaria tardía. Después de 30 a 35 años del área abandonada por la minería, existe

gran cantidad de especies pioneras que están facilitando la aparición de especies secundarias iniciales y tardías, con una alta diversidad de especies y formando cobertura de bosque.

Se descarta la hipótesis nula con respecto a la regeneración natural de la vegetación arbórea y arbustiva en áreas abandonadas por minería aurífera en el sector de Fortuna, distrito de Laberinto, provincia Tambopata - Madre de Dios, no ha variado con respecto a su estado original.

## **SUGERENCIAS**

La deforestación y la degradación de suelos por la minería de oro aluvial en la región de Madre de Dios es un problema que debe ser afrontado con responsabilidad y políticas públicas claras. El monitoreo de la deforestación, degradación de suelos, y la dinámica de recuperación de estas áreas producto del abandono deben permitir documentar información a través del desarrollo de mayores investigaciones aplicadas y experimentales, con la finalidad de registrar las especies y conocer su comportamiento en los diferentes estadios sucesionales en la restauración y rehabilitación de áreas degradadas por minería.

## BIBLIOGRAFÍA

ACERO, L. Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. Ecopetrol. BP. Corporinoquia. Editorial. Asociación Santiago de Las Atalayas, Corporinoquia, Bogotá, 2005.

AIDE, T. M. y CAVELIER, J. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology*, 1994, 2(4), 219-229.

ALARCÓN, G. Estructura y composición florística de un bosque de terraza baja en Tambopata, Madre de Dios. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Escuela de Postgrado. Maestría en Bosques y Gestión de Recursos Forestales, 2011.

ALARCÓN, G., DÍAZ, J., VELA, M., GARCÍA, M., et al. Deforestación en el sureste de la amazonia del Perú entre los años 1999-2013; caso Regional de Madre de Dios (Puerto Maldonado–Inambari). *Revista Investigaciones Altoandinas*, 2016, 18(3), 319-330.

ALARCÓN, G. y ZEVALLOS, P. A. Estructura y composición florística de un bosque de terraza baja en Tambopata, Madre de Dios. 2011. *Revista Científica Biodiversidad Amazónica*, 2011, 3.

ALVERSON, W., MOSKOVITS, D. y SHOPLAND, J. *Bolivia: Pando, Río Tahuamanu*. Edtion ed.: The Field Museum, Chicago Zoological Society, Universidad Amazonica de Pando, Herbario Nacional de Bolivia, Museo Nacional de Historia Natural Armonia, 2000. ISBN 0914868519.

ALVES, F. M. y CASTRO, V. Two new species of *Mezilaurus* (Lauraceae) from Brazil. *Brittonia*, 2012, 64, 257-262.

AMARAL, W. G., PEREIRA, I. M., MACHADO, E. L. M., OLIVEIRA, P. A., et al. Relação das espécies colonizadoras com as características do substrato em áreas degradadas na serra do espinhaço meridional= Relationship colonizing species with the substrate characteristics in degraded areas in southern sierra of espinhaço. *Bioscience Journal*, 2013, 29(5).

ARAUJO-MURAKAMI, A., VILLARROEL, D., PARDO, G., VOS, V. A., et al. Diversidad arbórea de los bosques de tierra firme de la Amazonía boliviana. *Kempffiana*, 2015, 11(1), 1-28.

ARAÚJO, C. B. y MORATO, E. F. EFEITOS DA SUCESSÃO FLORESTAL SOBRE A FLORA E A ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DE ÁREAS CONSERVADAS E PERTURBADAS, ACRE. In *VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. 2007, p. 2.

ARAÚJO, F. S., MARTINS, S. V., NETO, M., ALVES, J. A., et al. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, 2005.

ASNER, G. P. y TUPAYACHI, R. Accelerated losses of protected forests from gold mining in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters*, 2017, 12(9).

BALDOCEDA, R., PINEDO, J., CASTILLO, A. y VIDAURRE, H. Silvicultura de la bolaina blanca. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias). Pucallpa, PE, 1991.

BARAY, H. L. Á. *Introducción a la metodología de la investigación*. Edtion ed.: Juan Carlos Martínez Coll, 2006. ISBN 8469019996.

BAZZAZ, F. A. *Plants in changing environments: linking physiological, population, and community ecology*. Edtion ed.: Cambridge University Press, 1996. ISBN 0521398436.

BEZERRA DE SOUZA, P., ALVES, J. A., SILVA, A. F. D. y LOPES DE SOUZA, A. Composição florística da vegetação arbórea de um remanescente de cerrado, Paraopeba, MG. *Revista Árvore*, 2008, 32(4).

BOOT, R. G. *Growth and Survival of Tropical Rain Forest Tree Seedlings in Forest Understorey and Canopy Openings: Implications for Forest Management*. Edtion ed.: Tropenbos Foundation, 1994.

BOUFFARD, L. A. y BROOKS, D. M. The Role of the White-Winged Guan (*Penelope albipennis*) in Seed Dispersal and Predation in Tumbesian Dry Forest, Peru. *Journal of sustainable forestry*, 2014, 33(2), 184-194.

BRAKO, L. y ZARUCCHI, J. L. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.*, 1993, 45, 1-1286.

BRAZ, R. y GOTTLIEB, O. The flavones of *Apuleia leiocarpa*. *Phytochemistry*, 1971, 10(10), 2433-2450.

BREMER, B., BREMER, K., CHASE, M., FAY, M., et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2009.

BROWN, S. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. In *Actas del XI Congreso Mundial Forestal: Recursos Forestales y Arboles*. 1997, vol. 1, p. 13-22.

BUARQUE DE HOLANDA, A. *Novo dicionário da língua portuguesa*. Edtion ed.: Nova Fronteira, 1986. ISBN 8520904114.

CAMACHO, R. L. y MONTERO, M. I. *Manual de identificación de especies forestales con manejo certificable por comunidades*. Edtion ed.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas" SINCHI", 2005. ISBN 9589759742.

CAMELO, D. Evaluación del estado sucesional actual de las áreas restauradas y con invasión previa de *Ulex europaeus* L. en los Cerros Orientales de Bogotá. 2015.

CARRANZA, M. Identificación de especies forestales de alto valor ecológico para la recuperación de áreas degradadas en el sur del pie de monte llanero de Casanare 2016.

CASAL, J. y MATEU, E. Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev.*, 2003, 1(1), 3-7.

CASTRO, F. El proceso de investigación y su esquema de elaboración. Editorial Uyapar. Caracas, 2003.

CINTRA, R. y HORNA, V. Seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micrantha* in gaps in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*, 1997, 13(2), 257-277.

CLARK, D. A. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical; aspectos teóricos y prácticos. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* v. 35 (Supl. 1) p. 41-54, 1987.

COELHO, S., CARDOSO-LEITE, E. y CASTELLO, A. C. D. Composição florística e caracterização sucessional como subsídio para conservação e manejo do PNMCBio, Sorocaba-SP. *Ciência Florestal*, 2016, 26(1), 331-344.

CORDERO, J. y BOSHIER, D. H. *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Edtion ed.: Catie, 2003. ISBN 0850741610.

CORLETT, R. T. What is secondary forest? *Journal of Tropical Ecology*, 1994, 10(03), 445-447.

COSTA, M. D., NAPPO, M. E., CAÇADOR, F. R. D. y BARROS, H. H. D. D. Avaliação do processo de reabilitação de um trecho de floresta ciliar na bacia do rio Itapemirim-ES. *Revista Árvore*, 2010, 34(5).

CUELLO, N. y AYMARD, G. *Rinoreocarpus ulei* (Melchior) Ducke (Violaceae), un registro nuevo para la flora de Venezuela. In.: *Biollania*, 1991.

CUTIRE, L., RAMIREZ, L. y ZEVALLOS, P. Caracterización ecológica de bosques secundarios regenerados en áreas degradadas producto de la actividad aurífera en la comunidad de Tres Islas, Madre de Dios, Perú. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2017.

CHAVANA-BRYANT, C., MALHI, Y., WU, J., ASNER, G. P., et al. Leaf aging of Amazonian canopy trees as revealed by spectral and physiochemical measurements. *New Phytologist*, 2017, 214(3), 1049-1063.

DE LACERDA, A. V., BARBOSA, F. M., GOMES, A. C., DA SILVA, D. V., et al. 12316-Análise da distribuição das espécies vegetais nos quintais agroflorestais da comunidade Cabeça Branca, região do Cariri paraibano, Brasil. *Cadernos de Agroecologia*, 2011, 6(2).

DÍAZ, W. y ELCORO, S. Plantas colonizadoras en áreas perturbadas por la minería en el estado Bolívar, Venezuela/Pioneer plant species in disturbed mining areas in Bolívar State, Venezuela. *Acta Botánica Venezuéllica*, 2009, 453-466.

DOYLE, T. W. The role of disturbance in the gap dynamics of a montane rain forest: an application of a tropical forest succession model. In *Forest succession*. Springer, 1981, p. 56-73.

EBERT, A., TEIXEIRA, L. R., DA SILVA, A. Z. C. y DA COSTA, R. B. Natural Regeneration in Tropical Secondary Forest in Southern Amazonia, Brazil. *Open Journal of Forestry*, 2014, 4(2), 151.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. México. Informe nacional núm. 189. Roma. 68 p. , 2005.

----- Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal(Informe general). FRA2010/041 (p 346). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación(FAO), 2010.

----- Los bosques y el cambio climático en el Perú. Bosques y cambio climático. Documento de trabajo 14, 2016.

FARFAN, F. F., BAUTE, J. E., MENZA, H. D. y SANCHEZ, P. M. *Erythrina* sp para sistemas agroforestales con café. 2016. 0120-0178.

FERREIRA, C. D. S., PIEDADE, M. T. F., TINÉ, M. A. S., ROSSATTO, D. R., et al. The role of carbohydrates in seed germination and seedling establishment of *Himatanthus sucuba*, an Amazonian tree with populations adapted to flooded and non-flooded conditions. *Annals of Botany*, 2009, 104(6), 1111-1119.

FILIPOWICZ, N. y RENNER, S. S. *Brunfelsia* (Solanaceae): A genus evenly divided between South America and radiations on Cuba and other Antillean islands. *Molecular phylogenetics and evolution*, 2012, 64(1), 1-11.

FINEGAN, B. Forest succession. *Nature*, 1984, 312(8), 109-114.

----- The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest ecology and management*, 1992, 47(1-4), 295-321.

FLORES, J. G., BATTE, C. y DAPARA, J. Caracterización de la vegetación del Río Undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre. *Ecología en Bolivia*, 2002, 31(1), 23-48.

FORZZA, R., LEITMAN, P., COSTA, A., CARVALHO JR, A., et al. Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

GANDOLFII, S., LEITAO, H. y BEZERRA, C. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista brasileira de biologia*, 1995, 55(4), 753-767.

GOMES, E., MANTOVANI, W. y KAGEYAMA, P. Mortality and recruitment of trees in a secondary montane rain forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 2003, 63(1), 47-60.

GÓMEZ-POMPA, A., VÁZQUEZ-YANES, C., GÓMEZ-POMPA, A., VÁSQUEZ-YANES, C., et al. Estudios sobre sucesión secundaria en los trópicos cálido-húmedos: el ciclo de vida de las especies secundarias. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*, Gómez-Pompa et al.(eds.). CECSA, México, DF, 1976, 579-593.

GÓMEZ, M. J., SANTANA, J., ROMERO, F., ARMIENTA, A. M., et al. Inventario florístico de especies encontradas en sitios contaminados con desechos mineros en Taxco, Guerrero, México s/f.

GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS (GOREMAD) y INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONIA PERUANA (IIAP). Macro Zonificación Ecológica Económica de Madre de Dios. In., 2009, p. 208.

GRUBB, P. Plant populations and vegetation in relation to habitat, disturbance and competition: problems of generalization. In *The population structure of vegetation*. Springer, 1985, p. 595-621.

HARMS, K. E., CONDIT, R., HUBBELL, S. P. y FOSTER, R. B. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha Neotropical forest plot. *Journal of ecology*, 2001, 89(6), 947-959.

HASTON, E., RICHARDSON, J. E., STEVENS, P. F., CHASE, M. W., et al. The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2009, 161(2), 128-131.

HENAO, E. I., ORDOÑEZ, Y., VELOZO, C., VILLALOBOS, R., et al. Bosques secundarios ¿ Manejarlos, preservarlos o eliminarlos? 2015.

HERNÁNDEZ, H., GAGNON, D. y DAVIDSON, R. Crecimiento y producción inicial de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana de estados sucesionales diferentes 2015.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la Investigación (Quinta edición ed.).(J. Mares Chacón, Ed.) Mexico, México DF. In.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, SA de CV, 2010.

HIGUCHI, P., REIS, M. D. G. F., REIS, G. G. D., PINHEIRO, A. L., et al. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual. Viçosa, MG. *Revista Árvore*, 2006, 30(6), 893-904.

HOKCHE, O., BERRY, P. y HUBER, O. Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela, Fundación Instituto Botánico de Venezuela "Dr. T. Lasser". Caracas, 2008.

HURTADO, M. A. B. Factores ecológicos que pueden explicar patrones de agrupamiento en *pausandra trianae* (euphorbiaceae) en la amazonía colombiana. *Uniandes*, 2008.

IWAKIRI, S., TRIANOSKI, R., FONTE, A., FRANCA, M. C., et al. Potential use of the wood of *Dinizia excelsa* Ducke and *Protium puncticulatum* JF Macbr for manufacture of EGP panels. *Scientia Forestalis*, 2016, (111), 709-717.

JACOBI, C. M., CARMO, F. F. D. y VINCENT, R. D. C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero, MG. *Revista Árvore*, 2008, 32(2), 345-353.

JIMÉNEZ, E. Herbivoría en tres estadios de sucesión del bosque seco tropical, en el Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica 2014.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. 1989.

LAGOS, T. C. y BENAVIDES, K. E. REPRODUCTIVE BIOLOGY OF White Balsa Wood (*Heliocarpus americanus* L.). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 2014, 18(2), 28-44.

LAMPRECHT, H. *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Technische Zusammenarbeit (GTZ). Alemania. Pg, 1990, 335.*

LOURIDO, H. D. L. C. y MARTÍNEZ, G. La *Bixa orellana* L. en el tratamiento de afecciones estomatológicas, un tema aún por estudiar. *Revista cubana de farmacia*, 2010, 44(2), 231-244.

LOZADA, J. Sucesión vegetal en bosques aprovechados de la Reserva Forestal Caparo y Reserva Forestal Imataca, Venezuela. Spain: Universidad de Valencia. PhD thesis, 2008.

LUIZE, B. G., VENTICINQUE, E. M., SILVA, T. S. F. y DE MORAES NOVO, E. M. L. A floristic survey of angiosperm species occurring at three

landscapes of the Central Amazon várzea, Brazil. *Check List*, 2015, 11(6), 1789.

LUNA, G., MARBELLY, H., JAENZ, N. y ELIZABETH, S. Diagnóstico del bosque de Galería de la Hacienda Las Mercedes, Managua. Universidad Nacional Agraria, UNA, 2005.

MACARTHUR, R. H. y WILSON, E. O. *Theory of Island Biogeography*.(MPB-1). Edtion ed.: Princeton University Press, 2015. ISBN 1400875366.

MAGURRAN, A. E. Why diversity? In *Ecological diversity and its measurement*. Springer, 1988, p. 1-5.

MALLEUX, O. J. Inventarios forestales en bosques tropicales 1982.

MANOTAS, L. E., DE GARCÍA, G. V., ORTIZ, J. E., SILVA, E., et al. Niveles de mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guainía (Orinoquia colombiana). *Biomédica*, 2001, 21(2), 134-141.

MARTIN, C. Tropical timbers of the world. *Agriculture handbook (USA)*. no. 607., 1984.

MAS, J.-F., VELÁZQUEZ, A., DÍAZ, J. R., MAYORGA, R., et al. Monitoreo de los cambios de cobertura en México. *Memorias del II Seminario Latinoamericano de Geografía Física (Disco Compacto)*, 2002, 24-27.

MATTEUCCI, S. D. y COLMA, A. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Edtion ed.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 1982. ISBN 0827016115.

MEDINA, E., GARCIA, V. y CUEVAS, E. Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf structure, mineral nutrient content,

and drought resistance in tropical rain forests of the upper Rio Negro region. *Biotropica*, 1990, 51-64.

MELO, O. y VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos 2003a.

MELO, O. y VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia, 2003b.

MÉNDEZ, G. Manejo del bosque natural en la Región Huetar Norte de Costa Rica 1993.

MEYER, J. Y. y FLORENCE, J. Tahiti's native flora endangered by the invasion of *Miconia calvescens* DC.(Melastomataceae). *Journal of Biogeography*, 1996, 23(6), 775-781.

MONTÚFAR, G. G. *Apuntes de derecho minero común*. Edtion ed.: Cultural Cuzco SA Editores, 1989.

MWACHALA, G. Systematics and Ecology of *Dracaena* L.(Ruscaceae) in Central, East and Southern Africa. *Universitätsbibliothek*, 2005.

NAVARRO, G. *Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia*. Edtion ed.: Fundación Simón I. Patiño, 1997.

NEBEL, G., DRAGSTED, J., SIMONSEN, T. R. y VANCLAY, J. K. The Amazon flood plain forest tree *Maquira coriacea* (Karsten) CC Berg: aspects of ecology and management. *Forest ecology and management*, 2001a, 150(1-2), 103-113.

NEBEL, G., DRAGSTED, J. y VANCLAY, J. K. Structure and floristic composition of flood plain forests in the Peruvian Amazon: II. The understorey of restinga forests. *Forest ecology and management*, 2001b, 150(1-2), 59-77.

NEBEL, G., KVIST, L. P., VANCLAY, J. K., CHRISTENSEN, H., et al. Estructura y composición florística del bosque de la llanura aluvial en la Amazonía peruana: I. El bosque alto. *School of Environmental Science and Management Papers*, 2000, 499.

NETO, O. C. D., SCHIAVINI, I., DE FARIA LOPES, S., DO VALE, V. S., et al. Estructura fitossociológica e grupos ecológicos em fragmento de floresta estacional semidecidual, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 2009, 1087-1100.

NIELSEN, I. Grubben, GJH & Denton, OA (eds) 2004. Plant resources of Tropical Africa 2. *Nordic Journal of Botany*, 2003, 23(3), 298-298.

OLASCUAGA-VARGAS, D., MERCADO-GÓMEZ, J. y SANCHEZ-MONTAÑO, L. R. Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia). *Colombia Forestal*, 2016, 19(1), 23.

OLIVEIRA, A. D., AMARAL, I. D., RAMOS, M. B. P., NOBRE, A. D., et al. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 2008, 38(4), 627-642.

OROZCO, L. y BRUMER, C. Medición y cálculo de bosque. Inventario forestal para bosques latifoliados en América central. Serie técnica. CATIE, 2002, (50), 35-68.

PACHECO, C., AGUADO, I. y MOLLICONE, D. Las causas de la deforestación en Venezuela: un estudio retrospectivo. *Biollania*, 2011, 10, 281-292.

PACHECO, D. E. y ALARCÓN, G. Composición florística de la regeneración natural colonizadora de un área degradada por minería aurífera en el sector

teniente Acevedo Tambopata-Madre de Dios. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2014.

PAINE, C. T. y HARMS, K. E. Quantifying the effects of seed arrival and environmental conditions on tropical seedling community structure. *Oecologia*, 2009, 160(1), 139-150.

PAIVA, R., ARAÚJO, N. y ANDREY, K. Dinâmica da regeneração natural de árvores em áreas mineradas na Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, 2007, 2(2), 85-139.

PANEQUE, T. y VALDÉS, R. Caracterización de la composición florística de la vegetación de ribera de la parte superior de la cuenca del río San Diego, teniendo como guía los índices de riqueza y diversidad. *CITMA. Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Avances. CIGET. Pinar del Río*, 2008, 10.

PARRA, J. y GÁMEZ, L. Determinación de especies arbóreas a través de caracteres vegetativos en la Estación Experimental Caparo, estado Barinas, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 2012, 56(2), 135-145.

PAULA, A. D., SILVA, A. F. D., JÚNIOR, M., DE, P., et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 2004.

PERZ, S. G., QIU, Y., XIA, Y., SOUTHWORTH, J., et al. Trans-boundary infrastructure and land cover change: Highway paving and community-level deforestation in a tri-national frontier in the Amazon. *Land Use Policy*, 2013, 34, 27-41.

PIÑA-RODRIGUES, F., LOPES, L. y BLOOMFIELD, V. Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas da Mata Atlântica em sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas em encosta, no entorno do Parque Estadual do Desengano (RJ). *Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas*, 1997, 3, 283-291.

PULUPA, G. P. Composición y estructura de la Herpetofauna en dos tipos de bosque en la parroquia de Shushufindi, provincia de Sucumbíos, período 2011-2012 2012.

RADFORD, A. E., WILLIAM, C., DICKINSON, J., MASSEY, R., et al. *Vascular plant systematics*. Edtion ed.: New York: Harper and Row, 891 p., 1974. 891p. p.

REIS, H., SOARES SCOLFORO, J. R., DONIZETTE DE OLIVEIRA, A., TEIXEIRA DE OLIVEIRA FILHO, A., et al. Análise da composição florística, diversidade e similaridade de fragmentos de mata atlântica em Minas Gerais. *Cerne*, 2007, 13(3).

RESSEL, K., GUILHERME, F. A., SCHIAVINI, I. y OLIVEIRA, P. E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Brazilian Journal of Botany*, 2004, 311-323.

ROLDÁN, A. I. y LARREA, D. M. Fenología de 14 especies arbóreas y zoócoras de un bosque yungeño en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 2003, 38(2), 125-140.

ROSAS, C. V. Reporte de los trabajos realizados y los registros existentes para la flora y fauna del Bosque de Protección Alto Mayo 2003.

ROSKOV, Y., KUNZE, T., PAGLINAWAN, L., ORRELL, T., et al. *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2013 Annual Checklist* 2013.

ROUMY, V., GARCIA-PIZANGO, G., GUTIERREZ-CHOQUEVILCA, A.-L., RUIZ, L., et al. Amazonian plants from Peru used by Quechua and Mestizo to treat malaria with evaluation of their activity. *Journal of ethnopharmacology*, 2007, 112(3), 482-489.

ROZENDAAL, D., BRIENEN, R. J., SOLIZ-GAMBOA, C. C. y ZUIDEMA, P. A. Tropical tree rings reveal preferential survival of fast-growing juveniles and increased juvenile growth rates over time. *New Phytologist*, 2010, 185(3), 759-769.

SABOGAL, C. Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque Copal, Jenaro Herrera (Loreto-Perú)[ecología forestal]. [Study of ecologic sylvicultural characteristics of Copal forest, Jenaro Herrera (Loreto-Peru)[forest ecology]]. 1980.

SAJAMI, E. Evaluacion de la regeneración natural en areas degradadas por la mineria aurifera en el distritode Laberinto-Tambopata-Madre de Dios 2017.

SALAMI, G., CAMPOS, M. L., GOMES, J. P., BATISTA, F., et al. Evaluation of floristic and structural aspects of an Araucaria Forest fragment influenced by successive rotations of exotic forest species. *Revista de Ciências Agroveterinárias (Journal of Agroveterinary Sciences)*, 2015, 14(1), 7-14.

SÁNCHEZ, D. N. Bases para la rehabilitación ambiental y paisajística de los pasivos ambientales mineros en el distrito de Hualgayoc, Cajamarca, Perú. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Facultad de Forestal y Agronomía. Departamento Forestal, 2010.

SCHARDOSIM, A., CITADINI-ZANETTE, V., PEPORINE, R. y DOS SANTOS, R. Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. *Rem: Revista Escola de Minas*, 2009, 62(3), 297-304.

SERNA, Y. B., BORJA, A., FUENTES, M. y CORONA, A. Propiedades tecnológicas de la madera de algarrobo (*Hymenaea oblongifolia* Huber), de Bagadó-Chocó, Colombia. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 2011, 17(3), 411-422.

SILMAN, M. R., ARAUJO-MURAKAMI, A., URREGO, D. H., BUSH, M. B., et al. Estructura de las comunidades de árboles en el límite sur de la Amazonía occidental: Manu y Madidi. *Ecología en Bolivia*, 2005, 40(3), 443-452.

SIMPSON, G. G. Notes on the measurement of faunal resemblance. *American Journal of Science*, 1960, 258(2), 300-311.

SIOLI, H. *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Edition ed.: Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 9400965427.

SOUZA, M. D., MAGLIANO, M. y ALVES CAMARGO, J. *Madeiras tropicais brasileiras: brazilian tropicales woods* 1997.

SQUIZZATTO DE ARAÚJO, F., MARTINS, S. V., ALVES MEIRA NETO, J. A., LANI, J. L., et al. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, 2005, 29(6).

STEVENSON, P. R., CASTELLANOS, M. C., PIZARRO, J. C. y GARAVITO, M. Effects of seed dispersal by three ateline monkey species on seed germination at Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology*, 2002, 23(6), 1187-1204.

SWENSON, J. J., CARTER, C. E., DOMEQ, J.-C. y DELGADO, C. I. Gold mining in the Peruvian Amazon: global prices, deforestation, and mercury imports. *PloS one*, 2011, 6(4), e18875.

THOMAS, J. H. *New Biological Books Reviews and Brief Notices Vascular Plant Systematics*. Albert E. Radford William C. Dickison Jimmy R. Massey C. Ritchie Bell. *The Quarterly Review of Biology*, 1976, 51(1).

TON, S., ODUM, H. T. y DELFINO, J. J. Ecological–economic evaluation of wetland management alternatives. *Ecological Engineering*, 1998, 11(1), 291-302.

UHL, C. Perspectives on wildfire in the humid tropics. *Conservation biology*, 1998, 12(5), 942-943.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE( UNFCCC). Decision 5/CP.6, Implementation of the Buenos Aires Plan of Action. UNFCCC Document FCCC/CP/2001/L.7 2001.

VALENCIA, R. Composition and Structure of an Andean Forest Fragment in Eastern Ecuador 1995.

VALOIS-CUESTA, H. y MARTÍNEZ-RUIZ, C. Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas por la minería en bosques pluviales del Chocó, Colombia. *Biota Colombiana*, 2017, 18(1).

VALOIS, H. Sucesión primaria y ecología de la revegetación de selvas degradadas por minería en el Chocó, Colombia: bases para su restauración ecológica 2016.

VAN DEN EYNDEN, V., CUEVA, E. y CABRERA, O. *Plantas silvestres comestibles del sur del Ecuador*. Edtion ed.: Editorial Abya Yala, 1999. ISBN 997804471X.

VAN ROOSMALEN, M. G. *Fruits of the Guianan flora*. Edtion ed.: Utrecht, 1985. ISBN 9090009884.

VARGAS, R. J. Características edafológicas y dasométricas en la producción de látex de sangre de grado (*croton lechleri mueller arg.*) en el distrito constitución 2013.

VARGAS, W. Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques secos de La Jagua, en la cuenca alta del río Magdalena en el Huila. *Colombia Forestal*, 2015, 18(1), 47-70.

VENTUROLI, F., VENTUROLI, S., BORGES, J. D., CASTRO, D. S., et al. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. *Bioscience Journal*, 2013, 29(1).

VON JACQUIN, N. J. *Enumeratio systematica plantarum, quas in insulis Caribaeis... detexit*. Edtion ed., 1760.

WEBER, J. y MONTES, C. S. Variation and correlations among stem growth and wood traits of *Calycophyllum spruceanum* Benth. from the Peruvian Amazon. *Silvae Genetica*, 2005, 54(1-6), 31-41.

WHITMORE, T. y SAYER, J. Deforestation and species extinction in tropical moist forests. *Tropical deforestation and species extinction*, 1992, 1, 14.

WILSON, E. O. The current state of biological diversity. *Biodiversity*, 1988, 521(1), 3-18.

WINTERHALDER, K., CLEWELL, A. F. y ARONSON, J. Values and science in ecological restoration—a response to Davis and Slobodkin. *Restoration Ecology*, 2004, 12(1), 4-7.

WIRASUTISNA, K., GLEYE, J., MOULIS, C., STANISLAS, E., et al. Galipein, a coumarin from *Galipea trifoliata*. *Phytochemistry*, 1987, 26(12), 3372.

YEPES, A., HERRERA, J., PHILLIPS, J., CABRERA, E., et al. Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. *Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 2015, 63(1), 69-82.

ZARABIA, R. y TOMÁS, E. Diseño de muestreo para la supervisión de los censos forestales comerciales en bosques tropicales de Madre de Dios 2005.

ZUIDEMA, P. A. y BOOT, R. G. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. *Journal of Tropical Ecology*, 2002, 18(1), 1-31.

## **ANEXOS**

## Anexo 1:

Cuadro 1. Familias, especies y número de individuos encontrados en la regeneración natural del área abandonada por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna - Laberinto.

Familia/Especie	Número de individuos							
	Brinzal	A <sub>i</sub>	Latizal	A <sub>i</sub>	Fustal	A <sub>i</sub>	Árbol	A <sub>i</sub>
<b>ANACARDIACEAE</b>								
<i>Astronium lecointei</i>					1	1,30	1	0,13
<i>Spondias mombin</i> L.					2	2,60	15	1,95
<b>ANNONACEAE</b>								
<i>Annona muricata</i> L.							8	1,04
<i>Duguetia quitarensis</i>	14	454,55	21	109,09	3	3,90	21	2,73
<i>Guatteria alutacea</i>	13	422,08	8	41,56	8	10,39	51	6,62
<i>Guatteria chlorantha</i> Diels	21	681,82	16	83,12	17	22,08	78	10,13
<i>Oxandra mediocris</i> Diels	24	779,22	6	31,17	4	5,19		
<b>APOCYNACEAE</b>								
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	1	32,47					1	0,13
<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	2	64,94	1	5,19			6	0,78
<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.					1	1,30	16	2,08
<i>Himatanthus sukuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	1	32,47	3	15,58			16	2,08
<b>ASPARAGACEAE</b>								
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	5	162,34	5	25,97				
<b>BIGNONIACEAE</b>								
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose					1	1,30	2	0,26
<i>Jacaranda copaia</i>							3	0,39
<b>BIXACEAE</b>								
<i>Bixa</i> sp.			2	10,39				
<b>BORAGINACEAE</b>								
<i>Cordia lomatoloba</i> I.M.Johnst.			3	15,58				
<b>BURSERACEAE</b>								
<i>Protium puncticulatum</i> J.F.Macbr.			1	5,19			8	1,04
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	35	1136,36	5	25,97	1	1,30	18	2,34
<b>CALASTRACEAE</b>								
<i>Haydenoxylon urbanianum</i>	3	97,40	2	10,39				

<b>CARICACEAE</b>									
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp.) Solms					2	2,60	3	0,39	
<b>CELASTRACEAE</b>									
<i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq.	2	64,94	3	15,58	3	3,90	25	3,25	
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>									
<i>Hirtella excelsa</i> Prance ex Standl.	3	97,40	1	5,19	1	1,30	5	0,65	
<i>Licania brittoniana</i> Fritsch	1	32,47	2	10,39			12	1,56	
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	3	97,40	13	67,53	8	10,40	76	9,87	
<b>CLUSIACEAE</b>									
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	3	97,40			1	1,30	7	0,91	
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	1	32,47					2	0,26	
<b>EBENACEAE</b>									
<i>Diospyros</i> sp.			2	10,39	1	1,30	3	0,39	
<b>ELAEOCARPACEAE</b>									
<i>Sloanea guianensis</i>	1	32,47	5	25,97	1	1,30	32	4,16	
<b>EUPHORBIACEAE</b>									
<i>Acalypha diversifolia</i>	2	64,94							
<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.			1	5,19			7	0,91	
<i>Hura crepitans</i> L.	1	32,47			2	2,60	9	1,17	
<i>Pausandra trianae</i> (Müll.Arg.) Baill.	3	97,40	10	51,95	1	1,30	4	0,52	
<i>Sapium marmieri</i> Huber	1	32,47			2	2,60	18	2,34	
<b>FABACEAE</b>									
<i>Acacia polyphylla</i>					1	1,30	25	3,25	
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.							2	0,26	
<i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.					1	1,30	3	0,39	
<i>Copaifera reticulata</i>					1	1,30	1	0,13	
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff							8	1,04	
<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	3	97,40			2	2,60	17	2,21	
<i>Erythrina ulei</i> Harms							10	1,30	
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber					1	1,30	3	0,39	
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>							4	0,52	
<i>Inga capitata</i>	2	64,94					5	0,65	
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.					2	2,60	21	2,73	
<i>Inga marginata</i>	1	32,47					14	1,82	
<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	54	1753,25	11	57,14	8	10,39	127	16,49	



<i>Miconia calvescens</i> DC.	4	129,87					1	0,13
<b>MELIACEAE</b>								
<i>Cedrela adorata</i>							1	0,13
<i>Guarea kunthiana</i>	1	32,47	3	15,58	1	1,30	10	1,30
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	1	32,47					18	2,34
<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.	7	227,27	3	15,58			8	1,04
<b>MORACEAE</b>								
<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	1	32,47			2	2,60	23	2,99
<i>Castilla ulei</i> Warb.	1	32,47					4	0,52
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	2	64,94			4	5,19	21	2,73
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D.Bouché	1	32,47					16	2,08
<i>Ficus insipida</i> Willd.			1	5,19			11	1,43
<i>Maquira coriacea</i> (H. Karst.) C.C. Berg					1	1,30	4	0,52
<i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex Pittier							10	1,30
<i>Pseudolmedia</i> <i>laevigata</i> Trécul	188	6103,90	18	93,51	15	19,48	130	16,88
<i>Pseudolmedia</i> <i>macrophylla</i> Trécul	32	1038,96	3	15,58	5	6,49	42	5,45
<b>MYRISTICACEAE</b>								
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry							10	1,30
<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	52	1688,31	26	135,06	19	24,68	140	18,18
<i>Virola flexouosa</i>	2	64,94	1	5,19	2	2,60	8	1,04
<i>Virola obovata</i>							1	0,13
<b>MYRTACEAE</b>								
<i>Eugenia florida</i> DC.	3	97,40	10	51,95	1	1,30	16	2,08
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.					1	1,30	1	0,13
<b>NYCTAGINACEAE</b>								
<i>Neea spruceana</i> Heimerl	3	97,40	1	5,19			7	0,91
<b>OLACACEAE</b>								
<i>Miconia guianensis</i> Aubl.	2	64,94					5	0,65
<b>PETIVERIACEAE</b>								
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	5	162,34					3	0,39
<b>PHYLLANTACEAE</b>								
<i>Hieronyma</i> <i>alchorneoides</i> L.	1	32,47	1	5,19	2	2,60	24	3,12
<b>PIPERACEAE</b>								
<i>Piper aduncum</i> L.	31	1006,49						
<b>POLYGONACEAE</b>								
<i>Triplaris weigeltiana</i> Kuntze	1	32,47	1	5,19	2	2,60	22	2,86

<b>RUBIACEAE</b>									
<i>Amaioua guianensis</i>	1	32,47					4	0,52	
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K.Schum.							1	0,13	
<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.					2	2,60	1	0,13	
<i>Cinchona micrantha</i> Ruiz & Pav.	2	64,94	2	10,39			1	0,13	
<i>Genipa americana</i> L.							2	0,26	
<b>RUTACEAE</b>									
<i>Galipea trifoliata</i>	3	97,40	2	10,39	3	3,90	10	1,30	
<b>SALICACEAE</b>									
<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	9	292,21	5	25,97			7	0,91	
<b>SAPOTACEAE</b>									
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	4	129,87	5	25,97	5	6,49	41	5,32	
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	1	32,47	5	25,97	1	1,30	26	3,38	
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	3	97,40	1	5,19	4	5,19	29	3,77	
<b>SIPARUNACEAE</b>									
<i>Siparuna cuspidata</i> (Tul.) A. DC.	12	389,61	5	25,97	1	1,30	37	4,81	
<b>SOLANACEAE</b>									
<i>Brunfelsia</i> sp.	10	324,68							
<b>ULMACEAE</b>									
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	2	64,94	1	5,19			3	0,39	
<b>URTICACEAE</b>									
<i>Cecropia membranacea</i> Trécul							12	1,56	
<i>Cecropia polystachya</i> Trécul	1	32,47	2	10,39	1	1,30	51	6,62	
<i>Pourouma minor</i> Benoist	1	32,47	5	25,97	3	3,90	32	4,16	
<i>Urera baccifera</i>			1	5,19			3	0,39	
<i>Urera caracasana</i>							3	0,39	
<b>VIOLACEAE</b>									
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	14	454,55	9	46,75	4	5,19	27	3,51	
<i>Rinoreaocarpus ulei</i> Ducke	22	714,29	18	93,51			9	1,17	
<b>TOTAL</b>	<b>685</b>	<b>22240,26</b>	<b>296</b>	<b>1537,66</b>	<b>194</b>	<b>251,96</b>	<b>1945</b>	<b>252,60</b>	

## Anexo 2:

Cuadro 2. Especies clasificadas según categoría sucesional, según consulta bibliográfica realizada, en áreas abandonadas por minería aurífera aluvial en el sector de Fortuna – Laberinto.

Familia	Especie	Habito	Sucesión	Revisión Bibliográfica
ANACARDIACEAE	<i>Astronium lecointei</i>	Árbol	SI	Souza et al. (1997)
	<i>Spondias mombin</i> L.	Árbol	P	Olascuaga-Vargas et al. (2016)
ANNONACEAE	<i>Annona muricata</i> L.	Arbusto	SI	de Lacerda et al. (2011)
	<i>Duguetia quitarensis</i>	Árbol	SI	Paine y Harms (2009)
	<i>Guatteria alutacea</i>	Árbol	SI	Higuchi et al. (2006)
	<i>Guatteria chlorantha</i> Diels	Árbol	SI	Higuchi, et al. (2006)
	<i>Oxandra mediocris</i> Diels	Árbol	SI	Pulupa (2012)
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Árbol	ST	Ressel et al. (2004)
	<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Árbol	ST	Ressel, et al. (2004)
	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	Árbol	SI	Buarque de Holanda (1986)
	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	Árbol	SI	Ferreira et al. (2009)
ASPARAGACEAE	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Arbusto	P	Mwachala (2005)
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	Árbol	SI	Venturoli et al. (2013)
	<i>Jacaranda copaia</i>	Árbol	P	Squizzato de Araújo, et al. (2005)
BIXACEAE	<i>Bixa</i> sp.	Arbusto	P	Lourido y Martínez (2010)
BORAGINACEAE	<i>Cordia lomatoloba</i> I.M.Johnst.	Árbol	P	Olascuaga-Vargas, et al. (2016)
BURSERACEAE	<i>Protium puncticulatum</i> J.F.Macbr.	Árbol	ST	Iwakiri et al. (2016)
	<i>Tetragastris altíssima</i> (Aubl.) Swart	Árbol	ST	Sioli (2012)
CALASTRACEAE	<i>Haydenoxylon urbanianum</i>	Arbusto	P	Nebel et al. (2001b)
CARICACEAE	<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp.) Solms	Árbol	SI	Van den Eynden et al. (1999)
CELASTRACEAE	<i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq.	Árbol	P	Nebel, et al. (2001b)
CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella excelsa</i> Prance ex Standl.	Árbol	SI	Medina et al. (1990)

	<i>Licania brittoniana</i> Fritsch	Árbol	ST	Chavana-Bryant et al. (2017)
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Árbol	SI	Medina, et al. (1990)
CLUSIACEAE	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Árbol	SI	Alverson et al. (2000)
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Árbol	SI	Forzza et al. (2010)
EBENACEAE	<i>Diospyros</i> sp.	Arbusto	SC	
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea guianensis</i>	Árbol	ST	Araújo y Morato (2007)
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha diversifolia</i>	Arbusto	P	Nielsen (2003)
	<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Árbol	P	Vargas (2013)
	<i>Hura crepitans</i> L.	Árbol	ST	Cordero y Boshier (2003)
	<i>Pausandra trianae</i> (Müll.Arg.) Baill.	Árbol	SI	Hurtado (2008)
	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Árbol	P	Araújo, et al. (2005)
FABACEAE	<i>Acacia polyphylla</i>	Arbusto	P	Costa et al. (2010)
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Árbol	ST	Braz y Gottlieb (1971)
	<i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.	Árbol	SI	Squizzato de Araújo, et al. (2005)
	<i>Copaifera reticulata</i>	Árbol	ST	van Roosmalen (1985)
	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	Árbol	SI	Forzza, et al. (2010)
	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Árbol	ST	Cintra y Horna (1997)
	<i>Erythrina ulei</i> Harms	Árbol	P	Farfan et al. (2016)
	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Árbol	ST	Serna et al. (2011)
	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	Árbol	ST	Méndez (1993)
	<i>Inga capitata</i>	Árbol	P	Lozada (2008)
	<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Árbol	SI	Luize et al. (2015)
	<i>Inga marginata</i>	Árbol	P	Lozada (2008)
	<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	Árbol	SI	Lozada (2008)
	<i>Inga punctata</i>	Árbol	P	Lozada (2008)
	<i>Inga ruiziana</i>	Árbol	P	Lozada (2008)
	<i>Inga tomentosa</i>	Árbol	P	Lozada (2008)
	<i>Myroxylon balsamun</i> (L.) Harms)	Árbol	SI	Cordero y Boshier (2003)
<i>Ormosia coccinea</i> (Aubl.) Jacks.	Árbol	ST	Boot (1994)	

	<i>Pterocarpus amazonum</i> Mart. ex Benth.	Árbol	SI	Silman et al. (2005)
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake.	Árbol	P	Costa, et al. (2010)
	<i>Tachigali chrysaloides</i> van der Werff	Árbol	P	Amaral, et al. (2013)
LAURACEAE	<i>Aniba canelilla</i> (H.B.K.) Mez.	Árbol	SI	Luize, et al. (2015)
	<i>Aniba guianensis</i> Aubl.	Árbol	SI	Luize, et al. (2015)
	<i>Aniba taubertiana</i> Mez	Árbol	SI	Luize, et al. (2015)
	<i>Beilschmiedia tovarensis</i> (Klotzsch & H. Karst. ex Meisn.) Sach. Nishida	Árbol	SI	Luize, et al. (2015)
	<i>Endlicheria ruforamula</i> Chanderb.	Árbol	SI	Luize, et al. (2015)
	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Árbol	ST	Alves y Castro (2012)
LECYTHIDACEAE	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	Árbol	ST	Zuidema y Boot (2002)
	<i>Cariniana domestica</i>	Árbol	ST	Navarro (1997)
	<i>Couratari</i> sp.	Árbol	SI	Araújo y Morato (2007)
	<i>Couropita guianensis</i> Aubl.	Árbol	SI	Forzza, et al. (2010)
MALVACEAE	<i>Apeiba membranacea</i>	Árbol	P	Bezerra de Souza et al. (2008)
	<i>Ceiba lupuna</i> P.E.Gibbs & Semir	Árbol	ST	Aceró (2005)
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Árbol	ST	Aceró (2005)
	<i>Guazuma crinita</i>	Árbol	P	Baldoceda et al. (1991)
	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Árbol	SI	Lagos y Benavides (2014)
	<i>Huberodendron swietenioides</i> (Gleason) Ducke	Árbol	ST	Olascuaga-Vargas, et al. (2016)
	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Árbol	P	Bouffard y Brooks (2014)
	<i>Matisia ochrocalyx</i> K. Schum.	Árbol	P	Bouffard y Brooks (2014)
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Árbol	P	Costa, et al. (2010)
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Árbol	P	Luize, et al. (2015)
<i>Theobroma cacao</i> L.	Árbol	SI	Forzza, et al. (2010)	
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Árbol	P	Meyer y Florence (1996)
MELIACEAE	<i>Cedrela adorata</i>	Árbol	SI	Souza, et al. (1997)
	<i>Guarea kunthiana</i>	Árbol	SI	Olascuaga-Vargas,

				et al. (2016)
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Árbol	SI	Olascuaga-Vargas, et al. (2016)
	<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.	Árbol	SI	Parra y Gámez (2012)
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Árbol	ST	Cordero y Boshier (2003)
	<i>Castilla ulei</i> Warb.	Árbol	P	Stevenson et al. (2002)
	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Árbol	ST	Rozendaal et al. (2010)
	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D.Bouché	Árbol	P	Ebert et al. (2014)
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Árbol	SI	Reis et al. (2007)
	<i>Maquira coriacea</i> (H. Karst.) C.C. Berg	Árbol	SI	Nebel et al. (2001a)
	<i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex Pittier	Árbol	ST	Araujo-Murakami et al. (2015)
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Árbol	ST	Roskov et al. (2013)
	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	Árbol	SI	Silman, et al. (2005)
MYRISTICACEAE	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	Árbol	ST	Silman, et al. (2005)
	<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	Árbol	SI	Roumy et al. (2007)
	<i>Virola flexouosa</i>	Árbol	SI	Roumy, et al. (2007)
	<i>Virola obovata</i>	Árbol	SI	Roumy, et al. (2007)
MYRTACEAE	<i>Eugenia florida</i> DC.	Árbol	P	Carranza (2016)
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Árbol	P	Carranza (2016)
NYCTAGINACEAE	<i>Neea spruceana</i> Heimerl	Árbol	SI	Rosas (2003)
OLACACEAE	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Árbol	SI	Hokche et al. (2008)
PETIVERERACEAE	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Árbol	ST	Piña-Rodrigues et al. (1997)
PHYLLANTACEAE	<i>Hieronyma alchorneoides</i> L.	Árbol	ST	Cordero y Boshier (2003)
PIPERACEAE	<i>Piper aduncum</i> L.	Árbol	P	Squizzato de Araújo, et al. (2005)
POLYGONACEAE	<i>Triplaris weigeltiana</i> Kuntze	Árbol	SI	Martin (1984)
RUBIACEAE	<i>Amaioua guianensis</i>	Árbol	SI	Gomes et al. (2003)
	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K.Schum.	Árbol	P	Weber y Montes (2005)
	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	Árbol	P	von Jacquin (1760)
	<i>Cinchona micrantha</i> Ruiz & Pav.	Árbol	SI	Roldán y Larrea (2003)

	<i>Genipa americana</i> L.	Árbol	SI	Camacho y Montero (2005)
RUTACEAE	<i>Galipea trifoliata</i>	Árbol	SI	Wirasutisna et al. (1987)
SALICACEAE	<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	Árbol	SI	Higuchi, et al. (2006)
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Árbol	SC	
	<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	Árbol	ST	Doyle (1981)
	<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Árbol	SI	Harms et al. (2001)
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna cuspidata</i> (Tul.) A. DC.	Árbol	ST	Squizzato de Araújo, et al. (2005)
SOLANACEAE	<i>Brunfelsia</i> sp.	Arbusto	P	Filipowicz y Renner (2012)
ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Árbol	P	Costa, et al. (2010)
URTICACEAE	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	Árbol	P	Araújo, et al. (2005)
	<i>Cecropia polystachya</i> Trécul	Árbol	P	Araújo, et al. (2005)
	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Árbol	SI	Roldán y Larrea (2003)
	<i>Urera baccifera</i>	Arbusto	P	Valencia (1995)
	<i>Urera caracasana</i>	Arbusto	P	Valencia (1995)
VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Árbol	ST	Oliveira et al. (2008)
	<i>Rinoreaocarpus ulei</i> Ducke	Arbusto	SI	Cuello y Aymard (1991)

P = pionera, SI = secundaria Inicial, ST = secundaria tardía y SC =sin clasificación

Anexo 3. Panel fotográfico del levamiento florístico en el sector de Fortuna – Laberinto.

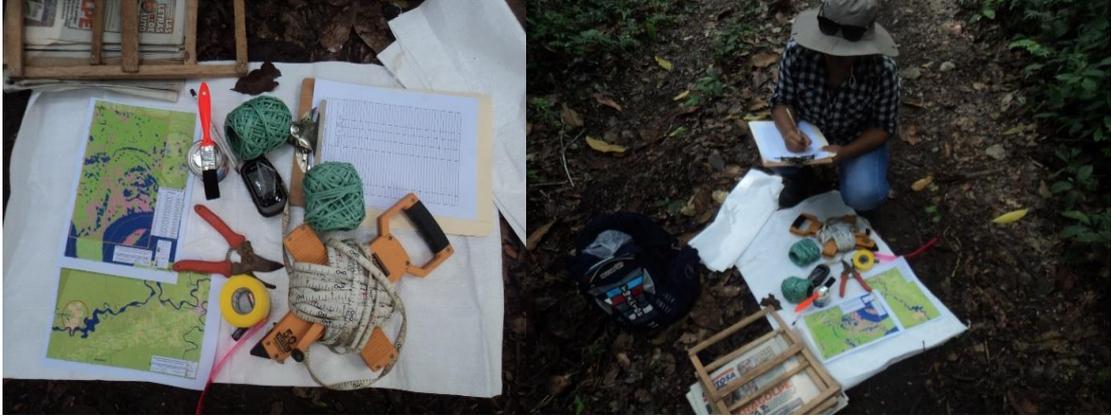


Foto 1. Materiales y fichas de campo para el levantamiento florístico.



Foto 2. Ubicación y georeferenciación de las parcelas evaluar.



Foto 3. Levantamiento de datos de campo.



Foto 4. Recolección de muestras botánicas.



Foto 5. Prensado de muestras.



Foto 6. *Inga oerstediana* Benth. ex Seem.



Foto 7. *Theobroma cacao* L.



Foto 8. *Ceiba lupuna* P.E.Gibbs & Semir.



Foto 9. *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K.Schum.

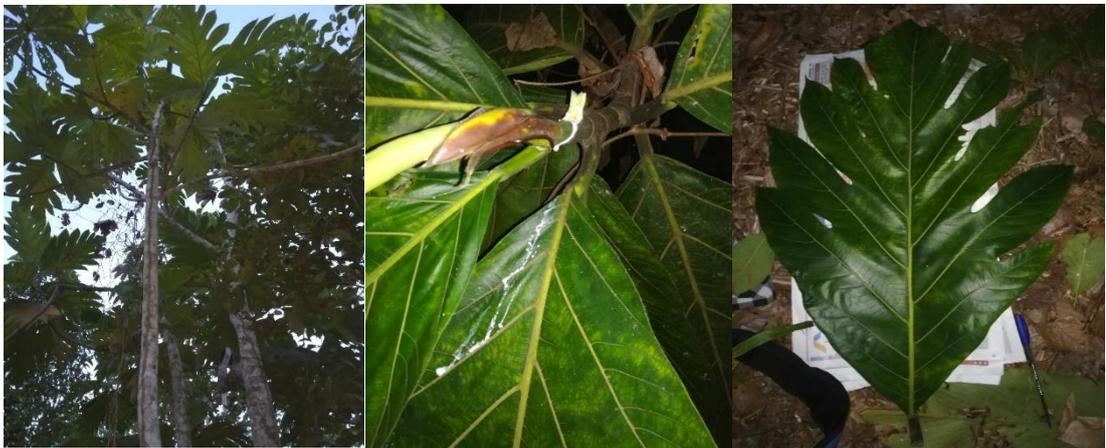


Foto 10. *Matisia cordata* Bonpl.

## Anexo 4. Índice de Shannon-Wiener

Especie	Individuos	pi	LN(pi)	H'
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	351	0,1125	-2,18	-0,2458
<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	237	0,0760	-2,58	-0,1958
<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	200	0,0641	-2,75	-0,1761
<i>Guatteria chlorantha</i> Diels	132	0,0423	-3,16	-0,1338
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	100	0,0321	-3,44	-0,1103
<i>Aniba taubertiana</i> Mez	88	0,0282	-3,57	-0,1006
<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	82	0,0263	-3,64	-0,0956
<i>Guatteria alutacea</i>	80	0,0256	-3,66	-0,0939
<i>Matisia ochrocalyx</i> K. Schum.	71	0,0228	-3,78	-0,0861
<i>Pterocarpus amazonum</i> Mart. ex Benth.	60	0,0192	-3,95	-0,0760
<i>Duguetia quitarensis</i>	59	0,0189	-3,97	-0,0750
<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	59	0,0189	-3,97	-0,0750
<i>Theobroma cacao</i> L.	59	0,0189	-3,97	-0,0750
<i>Cecropia polystachya</i> Trécul	55	0,0176	-4,04	-0,0712
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	55	0,0176	-4,04	-0,0712
<i>Siparuna cuspidata</i> (Tul.) A. DC.	55	0,0176	-4,04	-0,0712
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	54	0,0173	-4,06	-0,0702
<i>Apeiba membranacea</i>	53	0,0170	-4,08	-0,0692
<i>Rinoreaocarpus ulei</i> Ducke	49	0,0157	-4,15	-0,0652
<i>Pourouma minor</i> Benoist	41	0,0131	-4,33	-0,0569
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake.	39	0,0125	-4,38	-0,0548
<i>Sloanea guianensis</i>	39	0,0125	-4,38	-0,0548
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	37	0,0119	-4,43	-0,0526
<i>Oxandra mediocris</i> Diels	34	0,0109	-4,52	-0,0492
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	33	0,0106	-4,55	-0,0481
<i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq.	33	0,0106	-4,55	-0,0481
<i>Piper aduncum</i> L.	31	0,0099	-4,61	-0,0458
<i>Eugenia florida</i> DC.	30	0,0096	-4,64	-0,0447
<i>Hieronyma alchorneoides</i> L.	28	0,0090	-4,71	-0,0423
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	27	0,0087	-4,75	-0,0411
<i>Acacia polyphylla</i>	26	0,0083	-4,79	-0,0399
<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	26	0,0083	-4,79	-0,0399
<i>Triplaris weigeltiana</i> Kuntze	26	0,0083	-4,79	-0,0399
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	23	0,0074	-4,91	-0,0362
<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	22	0,0071	-4,95	-0,0349
<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	22	0,0071	-4,95	-0,0349
<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	21	0,0067	-5,00	-0,0337
<i>Sapium marmieri</i> Huber	21	0,0067	-5,00	-0,0337
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	20	0,0064	-5,05	-0,0324
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	19	0,0061	-5,10	-0,0311
<i>Myroxylon balsamun</i> (L.) Harms)	19	0,0061	-5,10	-0,0311
<i>Aniba guianensis</i> Aubl.	18	0,0058	-5,16	-0,0297

H'= 4.01

S= 121

Diversidad  
maxima= 4.79579055

E= 0.8354200

Galipea trifoliata	18	0,0058	-5,16	-0,0297
Pausandra trianae (Müll.Arg.) Baill.	18	0,0058	-5,16	-0,0297
Trichilia maynasiana C. DC.	18	0,0058	-5,16	-0,0297
Couma macrocarpa Barb. Rodr.	17	0,0054	-5,21	-0,0284
Ficus gomelleira Kunth & C.D.Bouché	17	0,0054	-5,21	-0,0284
Spondias mombin L.	17	0,0054	-5,21	-0,0284
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.	16	0,0051	-5,27	-0,0270
Guarea kunthiana	15	0,0048	-5,34	-0,0257
Inga marginata	15	0,0048	-5,34	-0,0257
Licania brittoniana Fritsch	15	0,0048	-5,34	-0,0257
Pachira aquatica Aubl.	15	0,0048	-5,34	-0,0257
Inga tomentosa	13	0,0042	-5,48	-0,0228
Virola flexouosa	13	0,0042	-5,48	-0,0228
Cecropia membranacea Trécul	12	0,0038	-5,56	-0,0214
Ficus insipida Willd.	12	0,0038	-5,56	-0,0214
Hura crepitans L.	12	0,0038	-5,56	-0,0214
Aniba canelilla (H.B.K.) Mez.	11	0,0035	-5,65	-0,0199
Garcinia madruno (Kunth) Hammel	11	0,0035	-5,65	-0,0199
Neea spruceana Heimerl	11	0,0035	-5,65	-0,0199
Brunfelsia sp.	10	0,0032	-5,74	-0,0184
Ceiba lupuna P.E.Gibbs & Semir	10	0,0032	-5,74	-0,0184
Dracaena fragrans (L.) Ker Gawl.	10	0,0032	-5,74	-0,0184
Erythrina ulei Harms	10	0,0032	-5,74	-0,0184
Hirtella excelsa Prance ex Standl.	10	0,0032	-5,74	-0,0184
Naucleopsis glabra Spruce ex Pittier	10	0,0032	-5,74	-0,0184
Otoba parvifolia (Markgr.) A.H. Gentry	10	0,0032	-5,74	-0,0184
Aspidosperma rigidum Rusby	9	0,0029	-5,85	-0,0169
Couratari sp.	9	0,0029	-5,85	-0,0169
Protium puncticulatum J.F.Macbr.	9	0,0029	-5,85	-0,0169
Annona muricata L.	8	0,0026	-5,97	-0,0153
Beilschmiedia towarensis (Klotzsch & H. Karst. ex Meisn.) Sach. Nishida	8	0,0026	-5,97	-0,0153
Croton lechleri Müll.Arg.	8	0,0026	-5,97	-0,0153
Diploporis purpurea (Rich.) Amshoff	8	0,0026	-5,97	-0,0153
Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms	8	0,0026	-5,97	-0,0153
Huberodendron swietenoides (Gleason) Ducke	8	0,0026	-5,97	-0,0153
Tachigali chrysaloides van der Werff	8	0,0026	-5,97	-0,0153
Endlicheria rufoamula Chanderb.	7	0,0022	-6,10	-0,0137
Inga capitata	7	0,0022	-6,10	-0,0137
Inga punctata	7	0,0022	-6,10	-0,0137
Minuartia guianensis Aubl.	7	0,0022	-6,10	-0,0137
Diospyros sp.	6	0,0019	-6,25	-0,0120
Guazuma crinita	6	0,0019	-6,25	-0,0120
Trema micrantha (L.) Blume	6	0,0019	-6,25	-0,0120
Amaioua guianensis	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Cariniana domestica	5	0,0016	-6,44	-0,0103

Castilla ulei Warb.	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Cinchona micrantha Ruiz & Pav.	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Haydenoxylon urbanianum	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Jacaratia digitata (Poepp.) Solms	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Maquira coriacea (H. Karst.) C.C. Berg	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Miconia calvescens DC.	5	0,0016	-6,44	-0,0103
Copaifera officinalis (Jacq.) L.	4	0,0013	-6,66	-0,0085
Heliocarpus americanus L.	4	0,0013	-6,66	-0,0085
Hymenaea oblongifolia Huber	4	0,0013	-6,66	-0,0085
Hymenolobium pulcherrimum	4	0,0013	-6,66	-0,0085
Urera baccifera	4	0,0013	-6,66	-0,0085
Chomelia spinosa Jacq.	3	0,0010	-6,95	-0,0067
Cordia lomataloba I.M.Johnst.	3	0,0010	-6,95	-0,0067
Handroanthus serratifolius (Vahl) S.O. Grose	3	0,0010	-6,95	-0,0067
Inga ruiziana	3	0,0010	-6,95	-0,0067
Jacaranda copaia	3	0,0010	-6,95	-0,0067
Symphonia globulifera L. f.	3	0,0010	-6,95	-0,0067
Urera caracasana	3	0,0010	-6,95	-0,0067
Acalypha diversifolia	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.Macbr.	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Aspidosperma parvifolium	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Astronium lecointei	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Bixa sp.	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Copaifera reticulata	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Genipa americana L.	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Mezilaurus itauba (Meisn.) Taub. ex Mez	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Myrcia multiflora (Lam.) DC.	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Ormosia coccinea (Aubl.) Jacks.	2	0,0006	-7,35	-0,0047
Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl.	1	0,0003	-8,05	-0,0026
Calycophyllum spruceanum (Benth.) K.Schum.	1	0,0003	-8,05	-0,0026
Cedrela adorata	1	0,0003	-8,05	-0,0026
Couroupita guianensis Aubl.	1	0,0003	-8,05	-0,0026
Virola obovata	1	0,0003	-8,05	-0,0026
<b>TOTAL</b>	<b>3120</b>	<b>1,0000</b>		<b>4.0065</b>

## Anexo 5. Índice de Simpson

Especie	Individuos	pi	pi^2
Pseudolmedia laevigata Trécul	351	0,11250	0.01265625
Virola calophylla (Spruce) Warb.	237	0,07596	0.005770155
Inga oerstediana Benth. ex Seem.	200	0,06410	0.004109139
Guatteria chlorantha Diels	132	0,04231	0.001789941
Licania heteromorpha Benth.	100	0,03205	0.001027285
Aniba taubertiana Mez	88	0,02821	0.000795529
Pseudolmedia macrophylla Trécul	82	0,02628	0.000690746
Guatteria alutacea	80	0,02564	0.000657462
Matisia ochrocalyx K. Schum.	71	0,02276	0.000517854
Pterocarpus amazonum Mart. ex Benth.	60	0,01923	0.000369822
Duguetia quitarensis	59	0,01891	0.000357598
Tetragastris altissima (Aubl.) Swart	59	0,01891	0.000357598
Theobroma cacao L.	59	0,01891	0.000357598
Cecropia polystachya Trécul	55	0,01763	0.000310754
Chrysophyllum cainito L.	55	0,01763	0.000310754
Siparuna cuspidata (Tul.) A. DC.	55	0,01763	0.000310754
Leonia glycyarpa Ruiz & Pav.	54	0,01731	0.000299556
Apeiba membranacea	53	0,01699	0.000288564
Rinoreocarpus ulei Ducke	49	0,01571	0.000246651
Pourouma minor Benoist	41	0,01314	0.000172687
Schizolobium parahyba (Vell.) S.F. Blake.	39	0,01250	0.00015625
Sloanea guianensis	39	0,01250	0.00015625
Pouteria reticulata (Engl.) Eyma	37	0,01186	0.000140635
Oxandra mediocris Diels	34	0,01090	0.000118754
Manilkara bidentata (A.DC.) A.Chev.	33	0,01058	0.000111871
Maytenus macrocarpa (Ruiz & Pav.) Briq.	33	0,01058	0.000111871
Piper aduncum L.	31	0,00994	0.000098722
Eugenia florida DC.	30	0,00962	0.000092456
Hieronyma alchorneoides L.	28	0,00897	0.000080539
Clarisia racemosa Ruiz & Pav.	27	0,00865	0.000074889
Acacia polyphylla	26	0,00833	0.000069444
Brosimum alicastrum Swartz	26	0,00833	0.000069444
Triplaris weigeltiana Kuntze	26	0,00833	0.000069444
Inga macrophylla Humb. & Bonpl. ex Willd.	23	0,00737	0.000054343
Dipteryx micrantha Harms	22	0,00705	0.000049721
Matisia cordata Bonpl.	22	0,00705	0.000049721
Casearia pitumba Sleumer	21	0,00673	0.000045303
Sapium marmieri Huber	21	0,00673	0.000045303
Himatanthus sucuuba (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	20	0,00641	0.000041091
Guarea macrophylla Vahl	19	0,00609	0.000037085
Myroxylon balsamun (L.) Harms)	19	0,00609	0.000037085
Aniba guianensis Aubl.	18	0,00577	0.000033284
Galipea trifoliata	18	0,00577	0.000033284

D= 0.034

1-D= 0.966

N° especies = 121

<i>Pausandra trianae</i> (Müll.Arg.) Baill.	18	0.00577	0.000033284
<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.	18	0.00577	0.000033284
<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	17	0.00545	0.000029689
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D.Bouché	17	0.00545	0.000029689
<i>Spondias mombin</i> L.	17	0.00545	0.000029689
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	16	0.00513	0.000026298
<i>Guarea kunthiana</i>	15	0.00481	0.000023114
<i>Inga marginata</i>	15	0.00481	0.000023114
<i>Licania brittoniana</i> Fritsch	15	0.00481	0.000023114
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	15	0.00481	0.000023114
<i>Inga tomentosa</i>	13	0.00417	0.000017361
<i>Virola flexouosa</i>	13	0.00417	0.000017361
<i>Cecropia membranacea</i> Trécul	12	0.00385	0.000014793
<i>Ficus insipida</i> Willd.	12	0.00385	0.000014793
<i>Hura crepitans</i> L.	12	0.00385	0.000014793
<i>Aniba canelilla</i> (H.B.K.) Mez.	11	0.00353	0.000012430
<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	11	0.00353	0.000012430
<i>Neea spruceana</i> Heimerl	11	0.00353	0.000012430
<i>Brunfelsia</i> sp.	10	0.00321	0.000010273
<i>Ceiba lupuna</i> P.E.Gibbs & Semir	10	0.00321	0.000010273
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	10	0.00321	0.000010273
<i>Erythrina ulei</i> Harms	10	0.00321	0.000010273
<i>Hirtella excelsa</i> Prance ex Standl.	10	0.00321	0.000010273
<i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex Pittier	10	0.00321	0.000010273
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	10	0.00321	0.000010273
<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	9	0.00288	0.000008321
<i>Couratari</i> sp.	9	0.00288	0.000008321
<i>Protium punctulatum</i> J.F.Macbr.	9	0.00288	0.000008321
<i>Annona muricata</i> L.	8	0.00256	0.000006575
<i>Beilschmiedia towarensis</i> (Klotzsch & H. Karst. ex Meisn.) Sach. Nishida	8	0.00256	0.000006575
<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	8	0.00256	0.000006575
<i>Diploporis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	8	0.00256	0.000006575
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	8	0.00256	0.000006575
<i>Huberodendron swietenoides</i> (Gleason) Ducke	8	0.00256	0.000006575
<i>Tachigali chrysaloides</i> van der Werff	8	0.00256	0.000006575
<i>Endlicheria ruforamula</i> Chanderb.	7	0.00224	0.000005034
<i>Inga capitata</i>	7	0.00224	0.000005034
<i>Inga punctata</i>	7	0.00224	0.000005034
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	7	0.00224	0.000005034
<i>Diospyros</i> sp.	6	0.00192	0.000003698
<i>Guazuma crinita</i>	6	0.00192	0.000003698
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	6	0.00192	0.000003698
<i>Amaioua guianensis</i>	5	0.00160	0.000002568
<i>Cariniana domestica</i>	5	0.00160	0.000002568
<i>Castilla ulei</i> Warb.	5	0.00160	0.000002568

<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	5	0.00160	0.000002568
<i>Cinchona micrantha</i> Ruiz & Pav.	5	0.00160	0.000002568
<i>Haydenoxylon urbanianum</i>	5	0.00160	0.000002568
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp.) Solms	5	0.00160	0.000002568
<i>Maquira coriacea</i> (H. Karst.) C.C. Berg	5	0.00160	0.000002568
<i>Miconia calvescens</i> DC.	5	0.00160	0.000002568
<i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.	4	0.00128	0.000001644
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	4	0.00128	0.000001644
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	4	0.00128	0.000001644
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	4	0.00128	0.000001644
<i>Urera baccifera</i>	4	0.00128	0.000001644
<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	3	0.00096	0.000000925
<i>Cordia lomatoroba</i> I.M.Johnst.	3	0.00096	0.000000925
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	3	0.00096	0.000000925
<i>Inga ruiziana</i>	3	0.00096	0.000000925
<i>Jacaranda copaia</i>	3	0.00096	0.000000925
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	3	0.00096	0.000000925
<i>Urera caracasana</i>	3	0.00096	0.000000925
<i>Acalypha diversifolia</i>	2	0.00064	0.000000411
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	2	0.00064	0.000000411
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	2	0.00064	0.000000411
<i>Astronium lecointei</i>	2	0.00064	0.000000411
<i>Bixa</i> sp.	2	0.00064	0.000000411
<i>Copaifera reticulata</i>	2	0.00064	0.000000411
<i>Genipa americana</i> L.	2	0.00064	0.000000411
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	2	0.00064	0.000000411
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	2	0.00064	0.000000411
<i>Ormosia coccinea</i> (Aubl.) Jacks.	2	0.00064	0.000000411
<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	1	0.00032	0.000000103
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K.Schum.	1	0.00032	0.000000103
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.00032	0.000000103
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	1	0.00032	0.000000103
<i>Virola obovata</i>	1	0.00032	0.000000103
<b>TOTAL</b>	<b>3120</b>	<b>1.00000</b>	

Anexo 6. Datos de campo del levantamiento florístico en el sector de Fortuna  
- Laberinto.