

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE  
DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL  
Y MEDIO AMBIENTE



**TESIS**

**“Regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post  
interdicción en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de  
Tambopata, Madre de Dios 2021”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**

**AUTOR:**

Bach. AMACHI VILLARROEL, Alex  
Omar

**ASESOR:**

Dr. GARATE QUISPE, Jorge Santiago

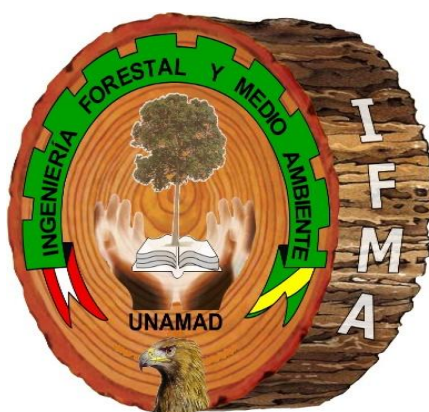
Puerto Maldonado, marzo 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL  
Y MEDIO AMBIENTE



**TESIS**

**“Regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios 2021”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**

**AUTOR:**

Bach. AMACHI VILLARROEL, Alex  
Omar

**ASESOR:**

Dr. GARATE QUISPE, Jorge Santiago

Puerto Maldonado, marzo 2026

# RST-RI\_Regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unamad.edu.pe">repositorio.unamad.edu.pe</a> Fuente de Internet	13%
2	Submitted to Universidad Nacional San Agustin Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="https://orcid.org">orcid.org</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://tesis.unap.edu.pe">tesis.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://revistas.humboldt.org.co">revistas.humboldt.org.co</a> Fuente de Internet	1%

Exclur bibliografia

Activo

## Resumen

El objetivo del estudio fue determinar y comparar la estructura, abundancia, diversidad y composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal después de la interdicción en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata, Madre de Dios – Perú. Se evaluaron seis parcelas de 10 m × 25 m, tres en áreas impactadas por actividades mineras post interdicción y tres en áreas no impactadas por la minería. En cada parcela se evaluaron a todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho mayor a 1 cm (DAP > 1 cm). La riqueza y diversidad de especies de la vegetación fue mayor en el bosque no intervenido. Mientras que la abundancia fue mayor en la regeneración natural en áreas impactadas por minería. La composición de especies difirió de forma significativa entre el bosque no intervenido y la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal. Las especies pioneras (como *Ochroma pyramidale*, *Inga thibaudiana* y especies de *Cecropia*) fueron las más importantes de la regeneración natural en áreas impactadas por minería. Mientras que en el bosque no intervenido las especies típicas de bosque primario fueron las más importantes, por ejemplo, *Hura crepitans* y especies de *Arecaceae*. La estructura vertical de los bosques fue mejor en el bosque no intervenido. Mientras que en las áreas con regeneración natural la mayoría de los individuos estuvieron concentrados en la categoría más baja de altura y no tuvieron individuos con una altura mayor a 25 m.

**Palabras clave:** ASGM, vegetación espontánea, Amazonía peruana.

## **Abstract**

The objective of the study was to determine and compare the structure, abundance, diversity, and floristic composition of natural regeneration in areas impacted by illegal mining, post-interdiction in the buffer zone of the Tambopata National Reserve, Madre De Dios – Peru. Six 10 m × 25 m plots were evaluated, three in areas impacted by post-interdiction mining activities and three in areas not impacted by mining. In each plot, all individuals with a diameter at breast height greater than 1 cm (DBH > 1 cm) were evaluated. The richness and diversity of vegetation species was greater in the undisturbed forest. Meanwhile, abundance was greater in the natural regeneration in areas impacted by mining. Species composition differed significantly between the undisturbed forest and the natural regeneration in areas impacted by illegal mining. Pioneer species (such as *Ochroma pyramidale*, *Inga thibaudiana*, and Cecropia species) were the most important in natural regeneration in areas impacted by mining. In the undisturbed forest, typical primary forest species were the most important, for example, *Hura crepitans* and Arecaceae species. The vertical structure of the forests was better in the undisturbed forest. In areas with natural regeneration, most individuals were concentrated in the lowest height category and there were no individuals taller than 25 m.

**Keywords:** ASGM, spontaneous vegetation, Peruvian

## **Presentación**

Se presenta el informe de tesis titulado “Regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios”. Con la finalidad de hallar la relación que existe entre las dos variables en estudio, la composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, posterior a la interdicción del estado dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de Tambopata, contribuir en la identificación de los factores de regeneración de especies vegetales en áreas impactadas post minería, así también en cumplimiento al reglamento de grados y títulos de la Universidad Amazónica de Madre de Dios para obtener el título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente.

## **Introducción**

Las áreas de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, pobladores y foráneos aprovecharon extrayendo especies forestales para la construcción e instalación de componentes mineros y el desarrollo de las actividades mineras. Posteriormente, el Ministerio Público determinó que estas actividades mineras fueron de origen ilegal y procedieron con acciones de interdicción de acuerdo a ley (MINEM 2012). Ante ello, estas personas que realizaban minería ilegal abandonaron la zona debido a que estas actividades se encontraban en zonas de exclusión minera o en zonas prohibidas. Ante ello, el ambiente responde a través de la resiliencia como respuesta a los impactos generados.

“La regeneración natural es la respuesta de un área natural intervenida o impactada, un proceso en el cual las especies vegetales se han establecido de forma natural. Posteriormente, el impacto negativo, con el tiempo, resurgen especies promisorias de rápido crecimiento y ese proceso se conoce como regeneración natural” (Niето y Surco 2016), la capacidad de regenerar o restaurar la riqueza, abundancia y valor ecológico de ecosistemas perturbados a través de la regeneración natural.

En consecuencia, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la composición florística de regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata. Se evaluó y determinó las especies vegetales que existieron antes de las actividades mineras, en las parcelas de evaluación, a través de las parcelas de comparaciones.

## ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Descripción del problema</b> .....	1
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	2
<b>1.2.1. Problema general</b> .....	2
<b>1.2.1. Problemas específicos</b> .....	2
<b>1.3. Objetivos</b> .....	3
<b>1.3.1. Objetivo general</b> .....	3
<b>1.3.2. Objetivos específicos</b> .....	3
<b>1.4. Variables</b> .....	3
<b>1.4.1. Identificación de variables</b> .....	3
<b>1.6. Hipótesis</b> .....	5
<b>1.6.1. Hipótesis general</b> .....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>2.1. Antecedentes de estudio</b> .....	7
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	12
<b>2.3. Definición de términos</b> .....	14
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	16
<b>3.1. Tipo de estudio</b> .....	16
<b>3.2. Diseño de la investigación</b> .....	16
<b>3.3. Población y muestra</b> .....	16
<b>3.3.1. Población</b> .....	16

3.3.2. Muestra.....	16
3.4. Métodos y técnicas.....	16
3.4.1. Área de estudio.....	16
3.4.2. Fase de Campo.....	17
3.4.3. Instrumentos.....	18
a. Material de campo.....	19
b. Equipos.....	19
3.5. Tratamiento de datos.....	19
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Abundancia y diversidad de especies.....	21
4.2 Composición florística.....	23
4.3 Estructura de la vegetación.....	24
4.4 Discusiones.....	35
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>SUGERENCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables para el presente estudio. ....	4
Tabla 2: Ubicación geográfica de las parcelas evaluadas. ....	17
Tabla 3: Comparación de las abundancia, riqueza y diversidad de especies en áreas degradadas y abandonadas por la minería post interdicción y áreas de bosque natural no intervenido por la minería. ....	21
Tabla 4: Índice de valor de importancia (IVI) de las especies de regeneración natural en áreas abandonadas por la minería post interdicción. ....	29
Tabla 5. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies de regeneración natural en bosque no intervenidos por la minería. ....	30
Tabla 6. Datos de abundancia y diversidad de especies en estudios similares en Madre de Dios. ....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las parcelas en el área de estudio. ....	17
Figura 2. Fotografías del establecimiento de las parcelas y evaluación de la vegetación en campo.....	18
Figura 3. Resultados del análisis de correlación de Pearson entre el tiempo de abandono (edad en años) y los atributos florísticos de abundancia, riqueza y diversidad de especies. ....	22
Figura 4. Comparación de la proporción de individuos según categorías de regeneración natural en las áreas con regeneración natural post interdicción y en el bosque natural no intervenido por la minería. ....	23
Figura 5. Análisis de la similitud florística de la vegetación entre las áreas degradadas y abandonadas por la minería y áreas de bosque natural sin intervención minera, desarrollado mediante el escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), utilizando la distancia de Bray-Curtis. ....	24
Figura 6. Especies más abundantes registradas en el área intervenida o post interdicción.....	25
Figura 7. Especies más abundantes registradas en el área sin intervención minera.....	25
Figura 8. Especies más dominantes registradas en el área intervenida o post interdicción.....	26
Figura 9. Especies más dominantes registradas en el área sin intervención minera.....	27
Figura 10. Especies más frecuentes registradas en el área intervenida o post interdicción.....	28
Figura 11. Especies más frecuentes registradas en el área sin intervención minera.....	28
Figura 12. Boxplot de la comparación de la altura entre las áreas degradadas y abandonadas por la minería (cajas amarillas) y áreas de bosque natural sin intervención minera (cajas verdes), según categorías de tamaño (brinzal, latizal y fustal). El símbolo "X" representa el promedio de los datos.....	32

Figura 13. Comparación de la proporción de individuos en las áreas degradadas y abandonadas por la minería (a) y áreas de bosque natural sin intervención minera (b), según clases de altura.....	33
Figura 14. Diagrama de la comparación de la estructura vertical de las especies registradas en las áreas degradadas y abandonadas por la minería (a) y áreas de bosque natural sin intervención minera (b). .....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Anexo 2. Instrumento para colección de datos en campo.

Anexo 2. Registro de composición y diversidad, familias/especie y número de individuos en las diferentes sub-parcelas.

Anexo 4. Anexo fotográfico: minería ilegal post interdicción.

Anexo 5. Anexo fotográfico: Área con regeneración natural post interdicción 3 años de abandono.

Anexo 6. Anexo fotográfico: Área con regeneración natural post interdicción 13 años de abandono.

Anexo 7. Anexo fotográfico: Establecimiento de parcelas en campo.

Anexo 8. Anexo fotográfico: Mediciones en campo y colecta de especímenes.

Anexo 9. Constancia de identificación botánica de las especies registradas en el estudio.

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

### **1.1. Descripción del problema**

En la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, se aprovecharon las especies forestales por su valor maderable para el desarrollo de la actividad minera ilegal. Posterior a la interdicción del estado, mineros ilegales abandonaron estas áreas por ser zona de exclusión minera o zonas prohibidas para la actividad minera. En la actualidad, las actividades mineras ilegales aún aprovechan y proveen productos forestales maderables y no maderables para la construcción de campamentos rústicos y componentes mineros, ocasionando la pérdida de información, daño a los ecosistemas forestales, ecosistemas aluviales, erosión del suelo, pérdida de microhábitat, afectación a especies claves (flora y fauna) de alto valor ecológico.

La regeneración natural es el proceso mediante el cual las plantas juveniles y los arbustos se han establecido de forma natural, reemplazando a las especies de flora que han muerto o han sido destruidas. Posteriormente a la perturbación, impacto negativo, con el tiempo especies promisorias de rápido crecimiento de la regeneración natural restablecen el primer dosel de los árboles (Nieto y Surco 2017). Este proceso de regeneración natural se puede aplicar en áreas impactadas por actividades socioeconómicas en las que se haya afectado o destruido la vegetación que existía. Esta investigación ofrece una revisión ecológica de las ventajas y problemas asociados con la regeneración natural. Se examinan los efectos de diferentes ecosistemas o microhábitats sobre la regeneración natural y se discuten las causas del éxito y el fracaso.

La restauración ecológica es un concepto nuevo a nivel nacional; pero se ha implementado en las diferentes formas o realidades de la geografía peruana. El reglamento para la gestión forestal la define: “Un proceso inducido por el hombre mediante el cual se busca ayudar al restablecimiento de un ecosistema degradado, dañado o destruido. La restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica” (SERFOR 2021).

Uno de los principales problemas que causa la minería ilegal es la degradación de los suelos y la principalmente deforestación o la eliminación de la vegetación. La presente investigación influirá para revelar información sobre la composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por la minería ilegal y sus impactos, analizar un método y proponer un plan de reforestación y/o restauración ecológica a través de la regeneración natural hacia las autoridades regionales.

La presente investigación o proyecto de tesis consistirá en determinar la composición florística de regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata, Madre de Dios 2022”.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál será la estructura, abundancia, diversidad y composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción, y bosque natural no intervenido por la minería en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata, Madre de Dios – Perú?

### **1.2.1. Problemas específicos**

- ¿Cuál será la abundancia y diversidad florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia?
- ¿Cuál será la similitud en la composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia?

- ¿Cómo será la estructura de regeneración natural según categorías de tamaño en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar y comparar la estructura, abundancia, diversidad y composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción, y bosque de referencia en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata, Madre de Dios – Perú.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar y comparar la abundancia y diversidad florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia.
- Determinar y comparar la composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia.
- Determinar y comparar la estructura de regeneración natural según categorías de tamaño en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia.

### **1.4. Variables**

#### **1.4.1. Identificación de variables**

##### **a. Variables independientes**

- Bosque.
- Edad.

##### **b. Variables dependientes**

- Atributos florísticos.
- Estructura de la vegetación.

### **1.5. Operacionalización de variables**

La operacionalización de las variables para este estudio se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de variables para el presente estudio.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	
Variable independiente	Regeneración natural	La regeneración natural de los bosques tropicales es un proceso complejo en el que intervienen diversos factores bióticos y abióticos, mediante el cual la vegetación se recupera de forma natural sin intervención antrópica (Zébazé et al. 2023).	Para el estudio se considerará la regeneración natural en bosques sin intervención antrópica y en áreas abandonadas por la minería de oro.	Regeneración natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeneración natural en áreas degradadas y abandonadas por la minería.</li> <li>• Regeneración natural en bosque natural sin intervención minera</li> </ul>
	Edad del bosque secundario	Tiempo transcurrido en el bosque secundario desde el abandono de un impacto antrópico (Rozendaal et al. 2019).	Para el estudio, la edad del bosque será el tiempo transcurrido en el bosque secundario desde el abandono por las actividades mineras.	Tiempo de abandono después de las actividades mineras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• años</li> </ul>
Variable dependiente	Atributos florísticos	Está constituido por la abundancia y diversidad de especies de un bosque (Van der Valk 2009).	Se considerarán la abundancia, diversidad alfa y diversidad beta (composición de especies).	Abundancia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundancia</li> </ul>
				Diversidad alfa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riqueza de especies</li> <li>• Diversidad de Shannon</li> <li>• Diversidad de Simpson</li> <li>• Diversidad de Margalef</li> </ul>
	Estructura de la vegetación	La estructura forestal refleja el potencial productivo de los bosques (Montagnini y Jordan 2005).	Para el estudio se evaluará la estructura del bosque mediante el índice de valor de importancia de la vegetación y la estructura de la vegetación según clases de tamaño.	Composición de especies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de Bray-Curtis</li> </ul>
				Índice de valor de importancia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abundancia relativa (%)</li> <li>• Dominancia relativa (%)</li> <li>• Frecuencia relativa (%)</li> <li>• Índice de valor de importancia (IVI, %)</li> </ul>
				Categorías de regeneración natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brinzal, latizal y fustal.</li> </ul>
				Estructura vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase de altura</li> </ul>

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

**Hipótesis alterna:** En las áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios, se espera encontrar una baja diversidad de especies, inferior al bosque natural no intervenido por la minería, y además estas tendrán una baja similitud a un área de bosque natural no intervenido.

### **1.7. Justificación**

Las áreas impactadas por actividades de minería ilegal han demostrado a simple percepción, afectación a los ecosistemas o medio ambiente, degradación de los suelos y pérdida de las especies existentes en la cobertura vegetal. La justificación de la presente investigación se sustenta en la necesidad de determinar las especies vegetales o la composición florística de regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, y proponer, si fuera el caso, proponer un plan de reforestación para la restauración de bosques. El estudio fue viable por cuanto se cuenta con muchas áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, producto de las actividades mineras en zonas prohibidas, posteriormente interdictadas. El estudio es factible de realizar, por cuanto no se estaría afectando de manera significativa la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal o afectando la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata. El trabajo es relevante por cuanto apunta a cubrir parte del vacío de información sobre la resiliencia, restauración ecológica y/o regeneración natural en áreas impactadas.

### **1.8. Consideraciones éticas**

Con la finalidad de garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos recogidos, se solicitó los permisos necesarios al SERNANP para el acceso a las áreas abandonadas por la minería y a los bosques adyacentes. Asimismo, se consideró el código nacional de integridad científica establecido por el

CONCYTEC, que entre sus funciones tiene: “Establecer normas de conducta, infracciones y sanciones para toda persona natural o jurídica que realice investigación científica, desarrollo tecnológico y/o innovación tecnológica en el Perú, y promueve la adaptación de buenas prácticas y la integridad de la investigación científica” (CONCYTEC 2019). Además, se cumplió con citar toda información obtenida de otras fuentes.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de estudio**

Timsina et al. (2022), en un artículo de revisión, describieron que la minería de oro a cielo abierto degrada significativamente los paisajes, provocando deforestación, erosión del suelo, desplazamientos y contaminación. La prevalencia de la minería de oro a cielo abierto a gran escala y artesanal a pequeña escala en las regiones tropicales ha aumentado en las últimas décadas. Las estrategias de restauración diseñadas para una degradación más leve pueden no abordar adecuadamente las condiciones ecológicas específicas presentes en las antiguas minas de oro. Esta revisión resume los retos biofísicos asociados con la restauración y la reforestación de minas de oro a gran y pequeña escala en regiones tropicales, sintetizando los resultados de estudios que evalúan las estrategias de restauración en estos lugares. En la bibliografía se identifican prácticas como el relleno de los pozos mineros, la conservación de la capa superior del suelo y la preservación de las fuentes locales de semillas como esenciales para la restauración eficiente de las minas de oro. Debido a la gran variabilidad de la degradación ecológica entre las distintas minas y dentro de cada una de ellas, junto con el número limitado de estudios de campo tropicales publicados identificados en esta revisión bibliográfica, existe una clara necesidad de continuar con la investigación y formular estrategias de restauración adaptadas a las condiciones ecológicas de las antiguas minas de oro en las regiones tropicales.

Rodríguez-León et al. (2025) evaluaron la biomasa aérea (AGB), la diversidad de especies, la estructura forestal y las propiedades del suelo en los bosques secundarios (SF) de la Amazonía colombiana, desde las primeras etapas de sucesión hasta las etapas maduras, en paisajes montañosos y colinosos, con

el fin de identificar indicadores de restauración. Encontraron que la calidad del suelo aumenta con la edad del bosque, la AGB, la diversidad de especies, la estructura forestal, pero los patrones de recuperación varían entre los paisajes. Los paisajes montañosos se recuperaron más rápidamente que las zonas colinosas, mientras que estas últimas crecieron de forma lineal. La AGB en las colinas alcanzó el 12,65 % de la biomasa forestal madura después de 10 años, y casi el 42 % después de 40 años, a  $0,708 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . En las zonas montañosas, la AGB alcanzó el 8,35 % del carbono forestal maduro a los 10 años y el 63,55 % a los 40 años. La variedad y la estructura forestal afectaron indirectamente a la recuperación de la AGB, pero la edad del bosque y las propiedades del suelo fueron los factores determinantes. La regeneración natural asistida acelera la recuperación en las regiones montañosas, pero las zonas montañosas necesitan conservación del suelo para crecer de forma constante. Estos resultados ponen de relieve la importancia de dar prioridad a la gestión de los bosques secundarios para alcanzar los objetivos de restauración. Mejorar la resiliencia ecológica y la sostenibilidad a largo plazo de los bosques secundarios es fundamental para su papel como contribuyentes clave a la restauración y los servicios ecosistémicos.

Lozano-Baez et al. (2022) evaluaron y compararon la estructura y composición de la vegetación en un bosque de sucesión espontánea de 29 años de edad, dos bosques recuperados técnicamente de 2 y 10 años tras la extracción aluvial de oro y un bosque antiguo de referencia en el noreste de Antioquia, Colombia. Para evaluar la vegetación, utilizaron tres parcelas modificadas de Whittaker en cada sitio. Medimos el área basal de los árboles, la cobertura del dosel, la altura de la vegetación, la densidad de los árboles y la riqueza de especies. La estructura y composición de la vegetación difirió considerablemente entre los distintos enfoques de restauración. La riqueza de especies fue significativamente mayor en el bosque de sucesión espontánea que en los otros sitios. La recuperación de la vegetación aumentó significativamente los atributos de la vegetación después de 10 años, alcanzando valores similares a los del bosque de referencia. Los autores destacan la importancia de las especies plantadas de rápido crecimiento

(*Acacia mangium*, *Samanea saman* y *Schizolobium parahyba*) para revegetar las tierras degradadas por la minería en esta parte de la Amazonia colombiana.

Chambi-Legoas et al. (2021) analizaron la recuperación forestal y descubrieron los patrones sucesionales y estructurales de la vegetación que rigen la regeneración natural. En el estudio evaluaron las minas de oro artesanales abandonadas en Madre de Dios, al sureste de Perú, en cuanto a su estructura, composición, riqueza, variedad y sucesión. Para esto recopilaron datos sobre las plantas en 61 parcelas de 250 m<sup>2</sup> en cinco ubicaciones abandonadas con edades comprendidas entre 1 y 19 años. Se realizaron comparaciones entre la vegetación abandonada y seis bosques intactos de inventarios anteriores. La densidad de los árboles y el área basal se recuperaron rápidamente en las zonas mineras, mientras que la riqueza y la composición de las especies tardaron más tiempo. La transición de especies pioneras a especies secundarias tempranas comienza al menos 19 años después del abandono en la recuperación forestal. Las especies de rápido crecimiento *Ochroma pyramidale* y *Cecropia engleriana* fueron las más comunes. Estas especies podrían promover estrategias de restauración. Las especies pioneras constituían el 63 % de las especies en las parcelas de 1 a 4 años, el 57 % en las parcelas de 5 a 7 años y el 50 % en las parcelas de 8 a 19 años. En las parcelas de 8 a 19 años, el 34 % y el 16 % de las especies secundarias eran tempranas y tardías. Las parcelas de referencia y las minas abandonadas comparten menos del 5 % de las especies. Concluyeron que la regeneración natural espontánea es lenta hasta 19 años después de la extracción de oro. Las especies con potencial para recuperar la vegetación en estos lugares incluyen especies en diferentes estados de sucesión. Estos hallazgos pueden servir de base para la investigación sobre la restauración ecológica en bosques tropicales gravemente degradados por la extracción de oro.

Alarcón-Aguirre et al. (2023) evaluaron la regeneración natural de la vegetación y las propiedades fisicoquímicas del suelo a lo largo de una cronosecuencia en Madre de Dios, Perú. Para este estudio establecieron

catorce parcelas, cada una de 250 m<sup>2</sup>, en áreas con períodos de abandono que oscilaban entre 2 y 19 años. Se documentaron todos los tallos con un diámetro a la altura del pecho de 1 cm o más en cada parcela y se clasificaron en clases de tamaño: árboles jóvenes, palos y árboles. Registraron un total de 1023 individuos, que abarcaban 80 especies y 27 familias. Las familias predominantes identificadas fueron Fabaceae, Annonaceae y Euphorbiaceae. *Inga thibaudiana*, *Ochroma pyramidale* y *Cecropia membranacea* estuvieron presentes en las tres categorías de tamaño. Las parcelas mostraron una heterogeneidad significativa, caracterizada por una diversidad moderada y un dominio mínimo de las especies. El principal mecanismo de dispersión observado fue la zoocoria, que representó más del 60 %. Las especies pioneras predominaron tanto en la sucesión inicial como en la secundaria, mostrando una mayor abundancia y riqueza de especies, que disminuyó significativamente durante la sucesión secundaria tardía. Los suelos presentaban una textura franco-arenosa, un pH que oscilaba entre moderado y fuertemente ácido, un bajo contenido en nutrientes y una presencia limitada de materia orgánica. Las alteraciones del suelo inducidas por la minería darán lugar, en consecuencia, a un proceso de regeneración natural prolongado.

Garate-Quispe et al. (2024) analizaron la biomasa aérea (AGB), la estructura forestal y la recuperación de la diversidad de especies durante la sucesión secundaria en 179 parcelas forestales. Este estudio proporciona la primera cuantificación basada en el campo de la recuperación de la AGB tras el abandono de dos tipos de minería de oro (maquinaria pesada y bombeo por succión) en Madre de Dios (Perú). Reportaron que los bosques secundarios sucesionales en las zonas sometidas a bombeo por succión eran más resistentes que los de las zonas sometidas a maquinaria pesada. Después de 20 años, la AGB media en las zonas mineras con bombeo por succión había alcanzado el 56 % de la AGB del bosque de referencia, mientras que en las zonas mineras con maquinaria pesada solo era del 18 %. El tipo de minería, la edad del bosque y la distancia desde el borde del bosque tuvieron un efecto significativo en la AGB. La influencia de la distancia desde el borde del bosque en la AGB varía según el tipo de minería, ya que los efectos de la diversidad

de especies en la AGB están mediados por la distancia desde el borde del bosque. Sus resultados mostraron claramente la dinámica de la recuperación de la AGB a lo largo de una sucesión secundaria tras la extracción de oro, y las respuestas contrastadas de la AGB entre los dos tipos de minería.

Garate-Quispe et al. (2024) evaluaron los cambios en la estructura florística y vegetal durante la sucesión forestal tras las perturbaciones causadas por la minería aurífera a pequeña escala en Madre de Dios (Perú). Compararon la estructura florística y vegetal de un bosque de referencia con tres sitios con diferentes períodos de abandono tras la minería (5, 11 y 23 años). Utilizaron tres parcelas de 20 × 60 m en cada sitio y se inventariaron todas las especies arbóreas con un diámetro a la altura del pecho (DBH) >1 cm dentro de las parcelas. Para evaluar la diversidad y similitud de las especies, calcularon el valor de importancia, el número efectivo de especies ( ${}^0D$ ,  ${}^1D$  y  ${}^2D$ ) y el índice de similitud de Chao-Jaccard. Utilizamos el escalamiento multidimensional no métrico para la ordenación de similitudes y la prueba PERMANOVA para evaluar las diferencias en la composición florística. Registraron 129 especies de árboles en las áreas de estudio y se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las etapas inicial e intermedia en cuanto a la composición florística, el área basal, la altura y el DBH. La transición de la etapa sucesional inicial al bosque de referencia produce un aumento del área basal, la diversidad de especies y la similitud florística. El sitio de 23 años tenía más especies en común con el rodal de 11 años que con el bosque de referencia. Sus resultados mostraron una alta proporción de especies pioneras y síndrome de dispersión anemocórica en las etapas sucesionales iniciales, pero disminuyeron en las etapas posteriores de la cronosecuencia. Los atributos florísticos y estructurales de los bosques a lo largo de la cronosecuencia mostraron una rápida recuperación durante la sucesión secundaria. Después de 23 años, la recuperación de la densidad de especies arbóreas fue del 77 % del bosque de referencia, mientras que la recuperación relativa de la composición de especies fue mucho más lenta, con un promedio del 23 %. Los autores concluyeron que mediante este estudio proporcionan

información esencial para orientar la selección de especies adecuadas en proyectos de restauración ecológica tras el abandono.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Minería ilegal**

Según MINEM (2012), “la actividad minera es ejercida por persona natural o jurídica o grupo de personas organizadas para ejercer dicha actividad, usando equipo y maquinaria que no corresponde a las características de la actividad minera que desarrolla (pequeño productor minero o productor minero artesanal) o sin cumplir con las exigencias de las normas de carácter administrativo, técnico, social y medioambiental que rigen dichas actividades, o que se realiza en zonas en las que esté prohibido su ejercicio”. Por otro lado, el Decreto Legislativo 1100, en su artículo 6, define la minería ilegal como “son labores de interdicción efectuadas contra la actividad minera ilegal, es decir son acciones de destrucción de bienes o insumos utilizados para una actividad ilícita, luego se inicia la identificación, procesamiento y sanción a los que resulten responsables” (MINEM 2012).

### **2.2.2. Zona de amortiguamiento**

Éstas son zonas adyacentes a las Áreas Naturales Protegidas (ANP), que “por su naturaleza y ubicación requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida. Las actividades que se realicen en ellas no deben poner en riesgo el cumplimiento de los fines del Área Natural Protegida” (Castro-Izaguirre 2022).

### **2.2.3. Regeneración 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, alcanzando un equilibrio dinámico” (Clark 2003). Así mismo, se entiende que son procesos ocasionados por los cambios locales de luz originados en los claros de bosque. Estos claros desempeñan una importancia en la dinámica del bosque, esto debido a factores como deslizamientos de tierra, ventarrones, impactos, etc., por la caída natural de un árbol, o por el aprovechamiento forestal.

Tras una perturbación pequeña y localizada, se produce una regeneración forestal espontánea en las parcelas perturbadas dentro de la matriz forestal. Durante la sucesión forestal, la unidad espacial que se regenera es todo el bosque. La regeneración es un término que se utiliza comúnmente para describir el rebrote tras una perturbación forestal a diversas escalas espaciales, de forma análoga a la regeneración, el rebrote o la reconstitución de tejidos u órganos tras un daño o una pérdida. La regeneración natural puede aplicarse a un árbol individual o a una población, a una sola especie arbórea, a una pequeña parcela forestal, a todo un rodal, a un conjunto o a un ecosistema, y se refiere al rebrote o al restablecimiento de estas unidades. La sucesión es un proceso vinculado al conjunto de especies que componen un ecosistema concreto. La regeneración natural de las poblaciones, las especies y los conjuntos se produce en todas las etapas de la sucesión. Los árboles que se regeneran durante las primeras fases de la sucesión constituyen un conjunto de especies diferente al de los árboles que se regeneran durante las últimas fases de la sucesión. Tras las perturbaciones causadas por la tala selectiva, muchos árboles permanecen en pie en el bosque, pero pueden sufrir daños considerables. Los procesos de sucesión en bosques que han sido objeto de tala selectiva provocan cambios en la estructura y la composición de la masa forestal, pero desde un punto de partida diferente al de los antiguos terrenos agrícolas (Chazdon 2014).

#### **2.2.4. Sucesión ecológica**

El término sucesión frecuentemente es utilizado para describir cambios en diferentes tipos de vegetación en escalas temporales y espaciales; sin embargo, Martínez-Ramos y García (2007) definen: “Es un proceso que se refiere a la sustitución natural de las especies que integran una comunidad ecológica por otro conjunto de especies, como resultado de la propia dinámica interna de los ecosistemas”.

#### **2.2.5. Restauración ecológica**

La restauración ecológica está definida como “una disciplina que recupera los ecosistemas dañados y les devuelve la integridad, el proceso de asistir a la recuperación del ecosistema dañado” (Chazdon 2014). Mientras que la

Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) define a la restauración ecológica como “el proceso de asistencia para la recuperación de un ecosistema afectado, dañado o destruido” (SER 2008).

### **2.2.6. Composición florística**

Cano y Stevenson (2009) en su estudio realizado en la estación biológica Vaupés, definen que “la composición florística se entiende como el censo de las especies vegetales en un determinado lugar, considerando parámetros como distribución, densidad y biomasa”. Por lo que se puede considerar como la cantidad de árboles por especie en un área determinada, incluyendo familia y número de individuos, variables y parámetros para determinar índices, riqueza y representatividad (Cano y Stevenson 2009).

### **2.2.7. Bosques remanentes para la ecología de la regeneración.**

En Bolivia, Mostacedo y Fredericksen (2001) mencionan que “los bosques remanentes inducen a la regeneración, iniciando con la floración y la producción de frutos secos y semillas; florecimiento y fructificación de las plantas de especies forestales o árboles maduros se le llama fenología”. Es por ello que la fenología de los árboles maduros o candidatos a semilleros juega un rol importante; se debe identificar o establecer el número y la ubicación de los árboles semilleros para protegerlos, conservarlos y no aprovecharlos.

## **2.3. Definición de términos**

### **Especie**

“Conjunto de individuos que tienen la capacidad de reproducirse. A pesar de ello, los taxónomos tienden a concentrar sus esfuerzos en la posibilidad de distinguir las especies en función de su aspecto, especialmente en especies longevas como los árboles” (Oblitas-Machaca 2021).

### **Índice de valor de importancia (IVI)**

“Mediante este parámetro se determina la relevancia o peso ecológico de cada especie en un determinado área o población, la relevancia de las especies considera representativa” (Mensah et al. 2018).

### **Sucesión ecológica**

“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” (Sáenz y Finegan 2000).

### **Composición florística**

“Es la cantidad de árboles que existen por especie en un área determinada, se debe además conocer de qué familia proceden y cuántos individuos hay por cada especie” (Mostacedo y Fredericksen 1999).

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

### **3.1. Tipo de estudio**

El tipo de investigación fue cuantitativo (Hernández-Sampieri y Mendoza 2023).

### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño de estudio en la presente investigación fue no experimental de corte transversal. Esto debido a que el estudio no implicó manipulación alguna de las variables y que los datos se colectaron en un solo momento (Hernández-Sampieri y Mendoza 2023).

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población del área de estudio corresponde a todas las áreas degradadas por minería con regeneración natural y bosque no intervenido de la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata (Madre de Dios).

#### **3.3.2. Muestra**

El número de muestra se definió mediante un no probabilístico intencional, considerando la accesibilidad, permisos y recursos económicos para el ingreso al área de estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza 2023). Para el presente estudio se consideraron dos grupos balanceados, es decir, tres parcelas en áreas degradadas por la minería y tres parcelas en bosque natural no intervenido por la minería, seis en total.

### **3.4. Métodos y técnicas**

#### **3.4.1. Área de estudio**

Las unidades de muestreo estuvieron representadas por parcelas de muestreo post interdicción se encuentran dentro de las áreas de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios (Tabla 2 y Figura 1).

Tabla 2: Ubicación geográfica de las parcelas evaluadas.

Parcela	Tipo	Tiempo de abandono	Coordenada (WGS-84, 19S)	
			Este	Norte
1	Regeneración natural post minería	3 años	395545	8572120
2		8 años	395460	8561350
3		13 años	388352	8562051
4	Bosque sin intervención minera	-	388104	8677947
5		-	390106	8684615
6		-	382852	8662205

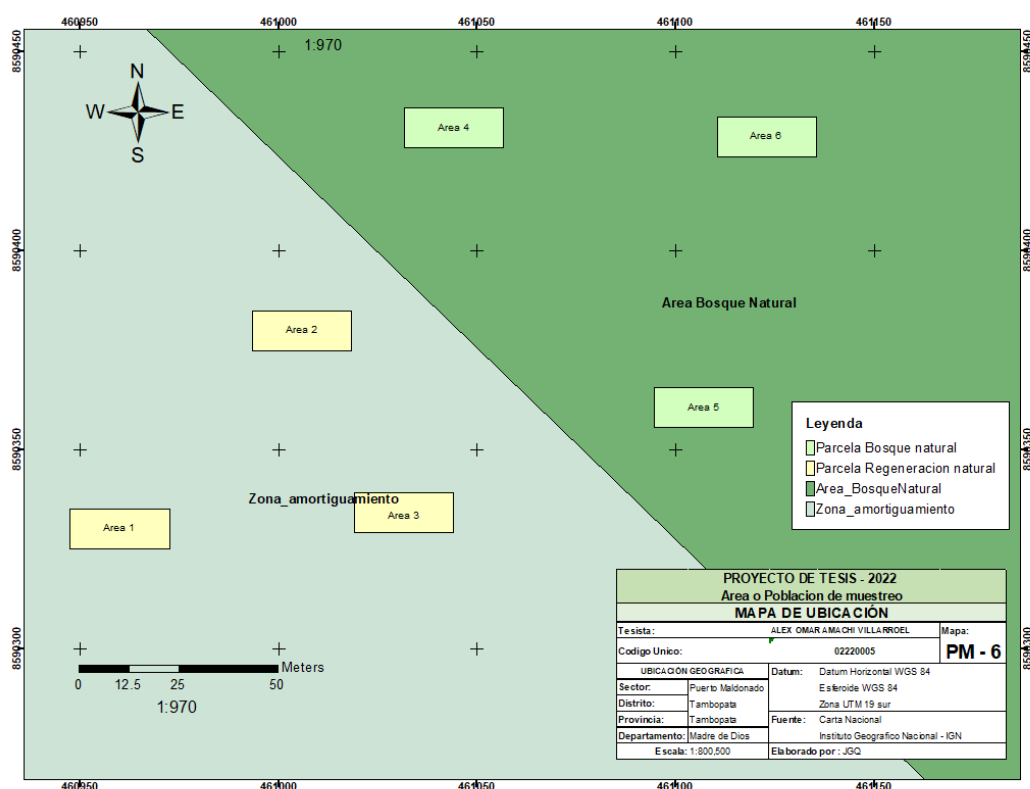


Figura 1. Mapa de ubicación de las parcelas en el área de estudio.

### 3.4.2. Fase de campo

#### a. Evaluación de la vegetación

Las áreas impactadas por actividades mineras post interdicción y áreas no impactadas se evaluaron entre octubre y diciembre de 2022. Para evaluar la

vegetación se utilizaron parcelas que fueron de 10 m × 25 m (Figura 1). En cada parcela se evaluaron a todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho mayor a 1 cm (DAP > 1 cm) (Figura 2), y se midió la altura total (altura estimada con clinómetro). Para determinar el tiempo de abandono se realizó un análisis multitemporal mediante imágenes satelitales Landsat y Planet.



Figura 2. Fotografías del establecimiento de las parcelas y evaluación de la vegetación en campo.

La vegetación encontrada se clasificó según categorías de tamaño, clasificándose como árboles jóvenes brinzal (< 1 cm de DAP), latizal (1 cm a < 5 cm de DAP) y fustal (> 10 cm DAP).

### 3.4.3. Instrumentos

### **a. Material de campo**

Los materiales utilizados para el levantamiento de información de campo fueron los siguientes:

- Formato de levantamiento de información de campo
- Libreta de campo
- Lápiz y lapicero
- Rafias para transectos
- Machete y tijera de podar
- Wincha métrica de 30m
- Cinta diamétrica

### **b. Equipos**

Equipos que fueron utilizados para el levantamiento de información de campo

- Receptor GPS
- Computadora portátil Laptop
- Brújula SUUNTO
- Clinómetro
- Vernier digital

## **3.5. Tratamiento de datos**

### **3.5.1. Procesamiento de datos**

Es decir, la información levantada se procesó en gabinete para obtener las variables establecidas en el estudio y de esta manera cumplir con los objetivos planteados. Toda la información se procesó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 365.

### **3.5.2. Análisis estadístico**

La diversidad de especies (índices de Margalef, Shannon y Simpson) se calculó con el programa estadístico PAleontological STatistics Version (PAST v5) (Hammer y Harper 2006).

Para analizar la relación entre la edad y la abundancia y diversidad de especies se utilizó el análisis de correlación de Pearson.

Para comparar la proporción de individuos según categorías de tamaño (brinzal, latizal y fustal) entre la regeneración natural post minería y el bosque no intervenido, se realizó un gráfico de barras apiladas.

Para analizar la similitud florística entre las áreas con regeneración natural post interdicción y en el bosque natural no intervenido por la minería, se utilizó el índice de Bray-Curtis, y se representó en un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS). Asimismo, para evaluar diferencias en la composición florística, se utilizará el análisis basado en permutaciones (PERMANOVA), en el paquete estadístico Primer Permanova+v7 (Anderson, Gorley y Clarke 2008).

La comparación del IVI entre las áreas con regeneración natural post interdicción y en el bosque natural no intervenido por la minería se realizó mediante gráficos de barras.

Para comparar la estructura vertical entre las áreas con regeneración natural post interdicción y en el bosque natural no intervenido por la minería, se utilizaron gráficos de cajas y de líneas.

Los análisis de datos se realizaron en los paquetes estadísticos Primer v7, Past v5 y Excel 365.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Abundancia y diversidad de especies.

En la Tabla 3 se presenta un resumen de la comparación en la abundancia, riqueza y diversidad de especies en los dos sitios evaluados: las áreas abandonadas por la minería (post interdicción) y las áreas con bosques naturales (sin intervención minera). Las áreas degradadas y abandonadas por la minería presentaron una mayor abundancia de vegetación, aunque la riqueza y diversidad de especies fue mayor en las áreas de bosque natural. La riqueza de especies fue 2.2 veces más en el bosque natural que en las áreas con regeneración natural.

Tabla 3: Comparación de la abundancia, riqueza y diversidad de especies en áreas degradadas y abandonadas por la minería post interdicción y áreas de bosque natural no intervenido por la minería.

Parámetros/índices	Área de Regeneración Natural	Área Bosque Natural
Total, de individuos	96	75
Total, de especies	24	53
Diversidad alfa: Índice de Margalef	5,04	12,04
Diversidad alfa: Índice de Shannon	1,17	1,687
Diversidad alfa: Índice de Simpson	0,91	0,977

Los resultados mostraron una correlación positiva entre la abundancia, riqueza y diversidad de especies, aunque estas no fueron significativas ( $p > 0,05$ ) (Figura 3). Esto sugiere que en las áreas abandonadas por la minería existe un proceso de sucesión secundaria, ya que el área con menor tiempo de abandono (3 años) tuvo la menor abundancia y diversidad de especies.

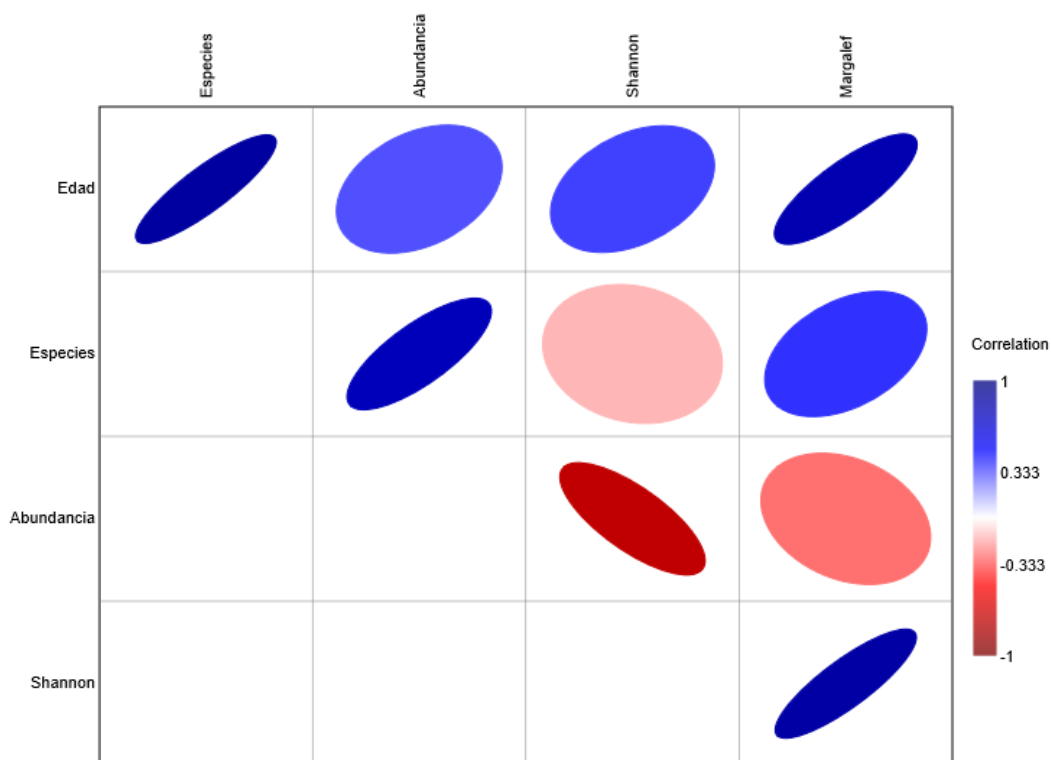


Figura 3. Resultados del análisis de correlación de Pearson entre el tiempo de abandono (edad en años) y los atributos florísticos de abundancia, riqueza y diversidad de especies.

#### 4.1.1 Abundancia según categorías de regeneración natural

Con respecto a la abundancia, se encontró que las áreas con regeneración natural tuvieron una mayor abundancia de la vegetación en comparación con los bosques no intervenidos por la minería. Esto se debería a que, según categorías de regeneración natural, los brinzales (65,6%) representaron la mayor proporción de individuos en las áreas abandonadas por la minería, seguido por latizal (16,67%) y fustal (17,71%). Sin embargo, en los bosques no intervenidos, la categoría de fustales (54,7%) albergó a la mayor proporción de individuos, seguido por brinzal (37,3%) y latizal con un (8%) (Figura 4).

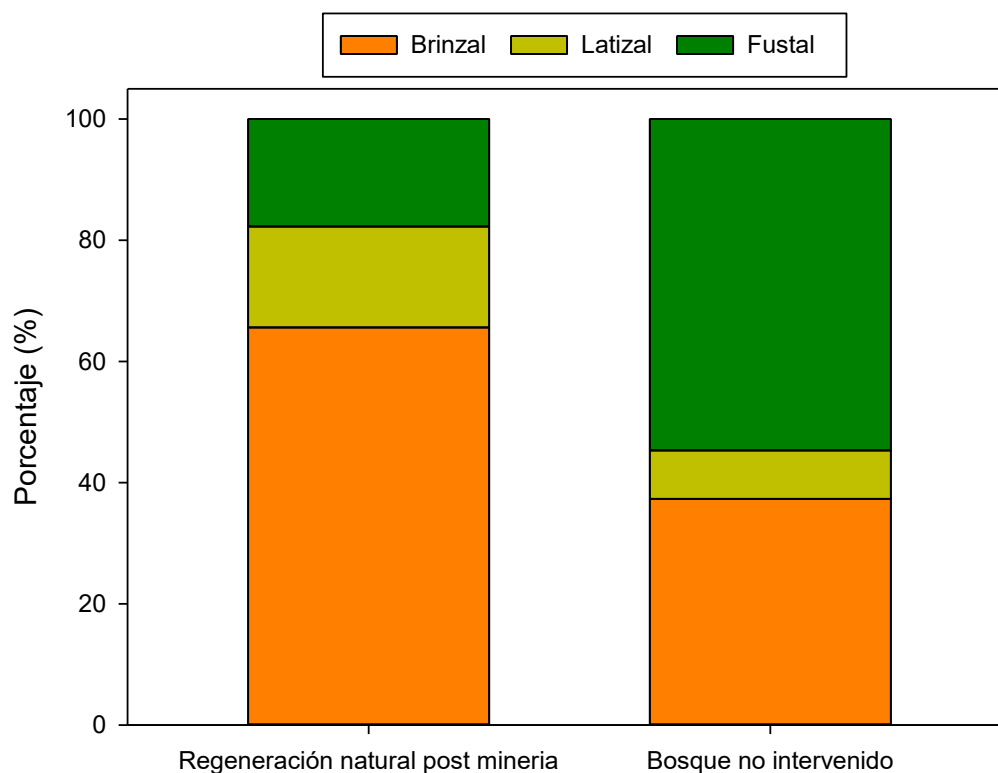


Figura 4. Comparación de la proporción de individuos según categorías de regeneración natural en las áreas con regeneración natural post interdicción y en el bosque natural no intervenido por la minería.

## 4.2 Composición florística

Los resultados del análisis de ordenación (nMDS) mostraron una diferenciación en la composición de especies entre las abandonadas por la minería y áreas de bosque natural sin intervención minera (Figura 5). Esto debido a que las parcelas en áreas abandonadas por minería se encuentran en la parte inferior del nMDS, mientras que las áreas de bosque natural sin intervención minera se encuentran en la parte superior del nMDS. Sin embargo, mediante el análisis PERMANOVA se demostró que las diferencias en la composición de especies entre las áreas degradadas y abandonadas por la minería y áreas de bosque natural sin intervención minera fueron no significativas ( $p = 0,42 > 0,05$ ). Estas no diferencias se deberían a una baja similitud florística entre los dos grupos analizados (2,4%) y dentro de cada grupo (entre 4,2 y 5,8%).

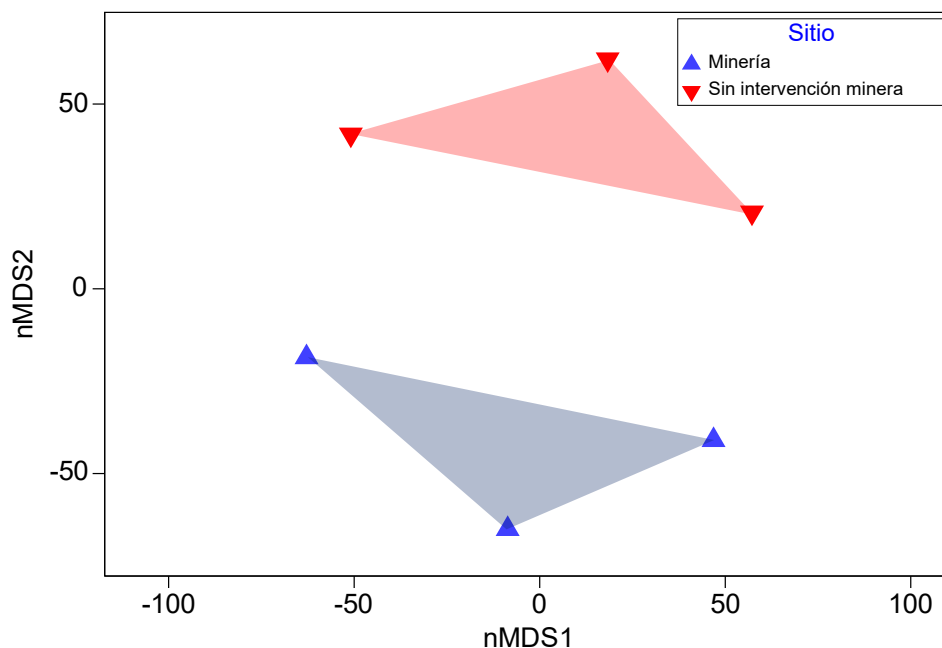


Figura 5. Análisis de la similitud florística de la vegetación entre las áreas degradadas y abandonadas por la minería y áreas de bosque natural sin intervención minera, desarrollado mediante el escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), utilizando la distancia de Bray-Curtis.

### 4.3 Estructura de la vegetación.

#### 4.3.1 Índice de valor de importancia (IVI)

##### a) Abundancia

*Inga thibaudiana*, fue la especie más abundante (13,54%) en las parcelas de regeneración natural en áreas abandonadas por la minería, seguido de *Cecropia membranacea* (11,46%) y *Ochroma pyramidale* (11,46%) (Figura 6). En estas áreas abandonadas por la minería se observó que las especies pioneras fueron las más abundantes, por ejemplo, especies pertenecientes a los géneros *Cecropia*, *Ochroma* y *Trema*.

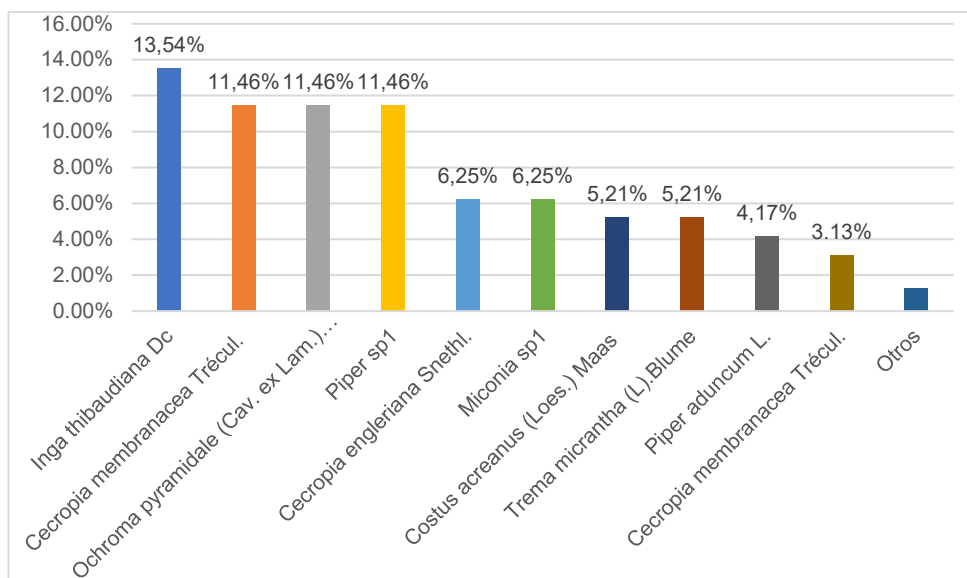


Figura 6. Especies más abundantes registradas en el área intervenida o post interdicción.

En las áreas no intervenidas se encontraron diferentes especies a las encontradas en las áreas con regeneración natural abandonadas por la minería. Debido a que se encontraron especies típicas de bosques primarios como las más abundantes. Por ejemplo, especies de los géneros *Virola*, *Trichillia*, *Nectandra*, *Guatteria* y otras especies de la familia *Arecaceae* (*Astrocaryum*, *Attalea* o *Bactris*). En las áreas intervenidas por la minería o área de bosque natural, se encontró que *Virola sebifera* fue la especie más abundante (5,3) y seguida de *Trichillia* sp 1. (4%) (Figura 7).

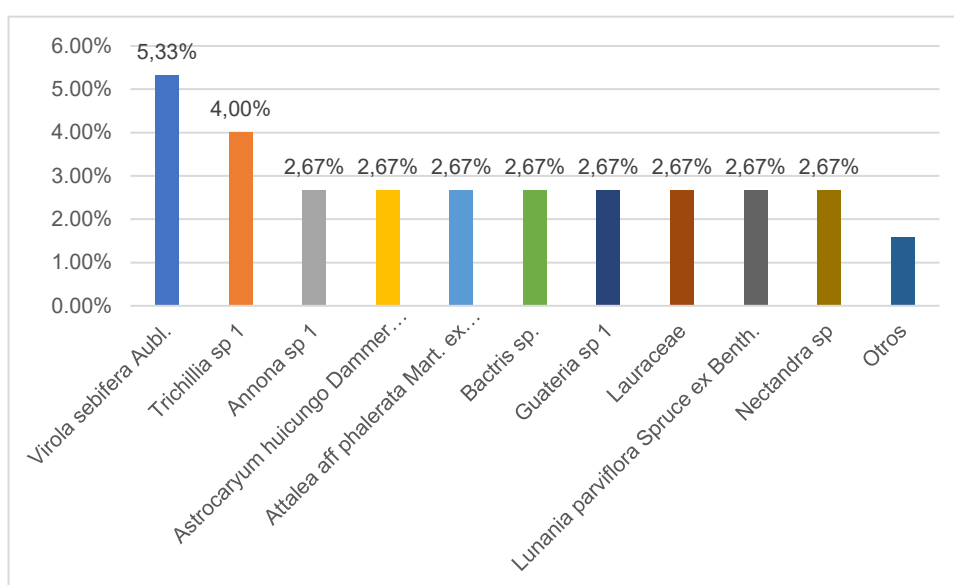


Figura 7. Especies más abundantes registradas en el área sin intervención minera.

## b) Dominancia

Para la dominancia, se reportó un grado de cobertura de especies que dominan el parámetro del área basal. En el área intervenida post interdicción o área de regeneración natural, la especie más dominante fue *Ochroma pyramidale* (38,5%), seguido por *Inga thibaudiana* (13,4%) y *Cecropia engleriana* (10,7%). Mientras que las demás especies presentan un promedio en dominancia relativa entre el 10,29% y el 0,41% (Figura 8).

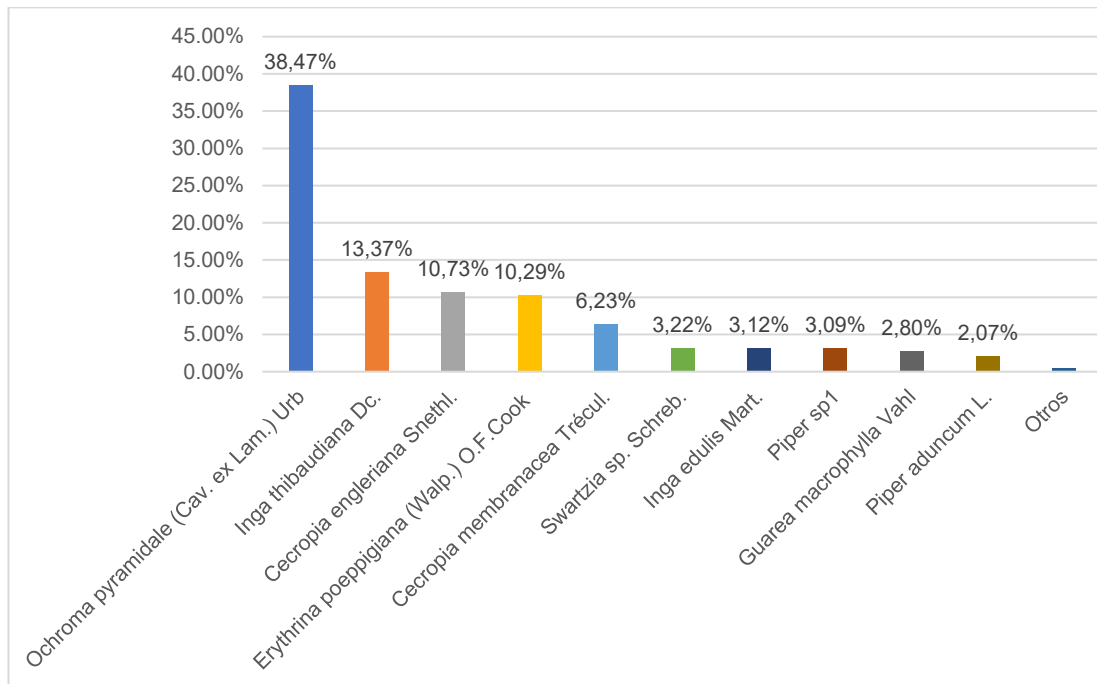


Figura 8. Especies más dominantes registradas en el área intervenida o post interdicción.

Por otro lado, en el bosque natural no intervenido, las especies dominantes fueron especies típicas de sucesión tardía de bosques primarios, y no fueron las especies pioneras como fue en las áreas abandonadas por la minería. La especie más dominante fue *Hura crepitans* (33%), seguido por *Pachira insignis* (9,9%) y *Annona sp 1* (9%); las demás especies presentan un promedio en dominancia relativa entre el 8,43 y el 0,43% (Figura 9).

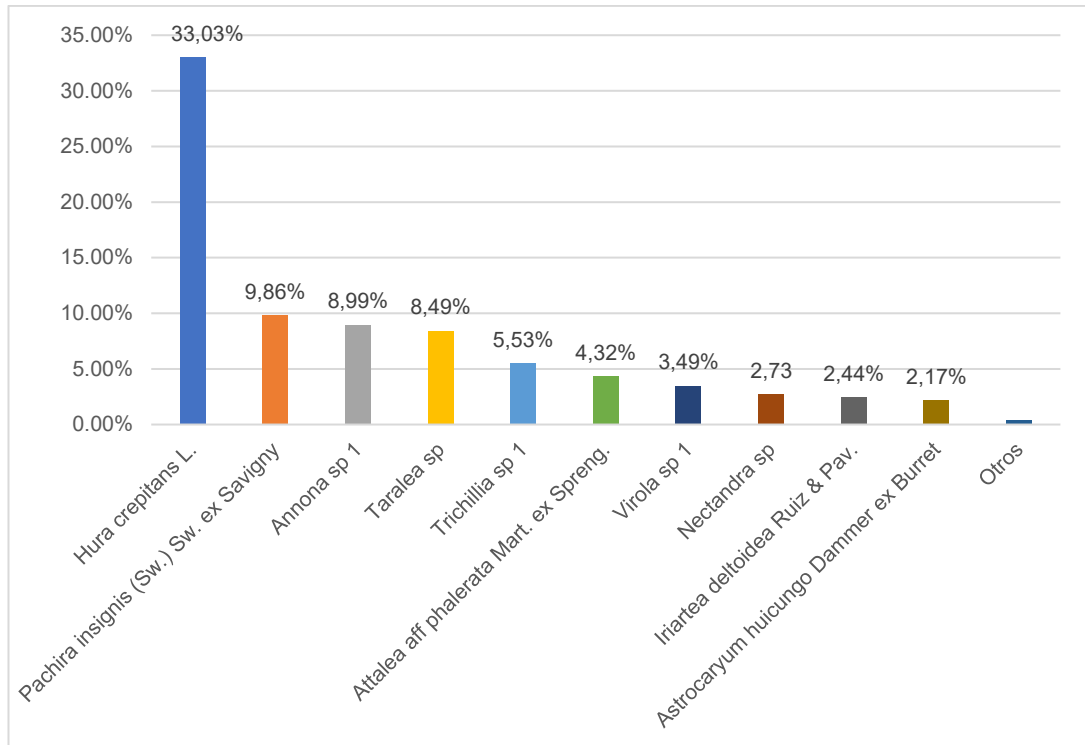


Figura 9. Especies más dominantes registradas en el área sin intervención minera.

### c) Frecuencia

Similar a la dominancia, la especie más frecuente en las áreas abandonadas por la minería fue *Ochroma pyramidale* (15,2%), seguido por especies pioneras pertenecientes a los géneros de *Cecropia*, *Casearia*, *Chromolaena*, entre otros (con frecuencia entre 3-6%) (Figura 10).

Por otro lado, similar a lo reportado en la abundancia y dominancia, las especies más frecuentes en el bosque natural no intervenido no fueron especies pioneras. La especie más frecuente fue *Annona sp1* (6,3%), seguida por otras especies típicas de bosque primario, como especies de *Arecaceae* (palmeras) y especies del género *Perebea*, *Trichillia* y *Virola* (Figura 11).

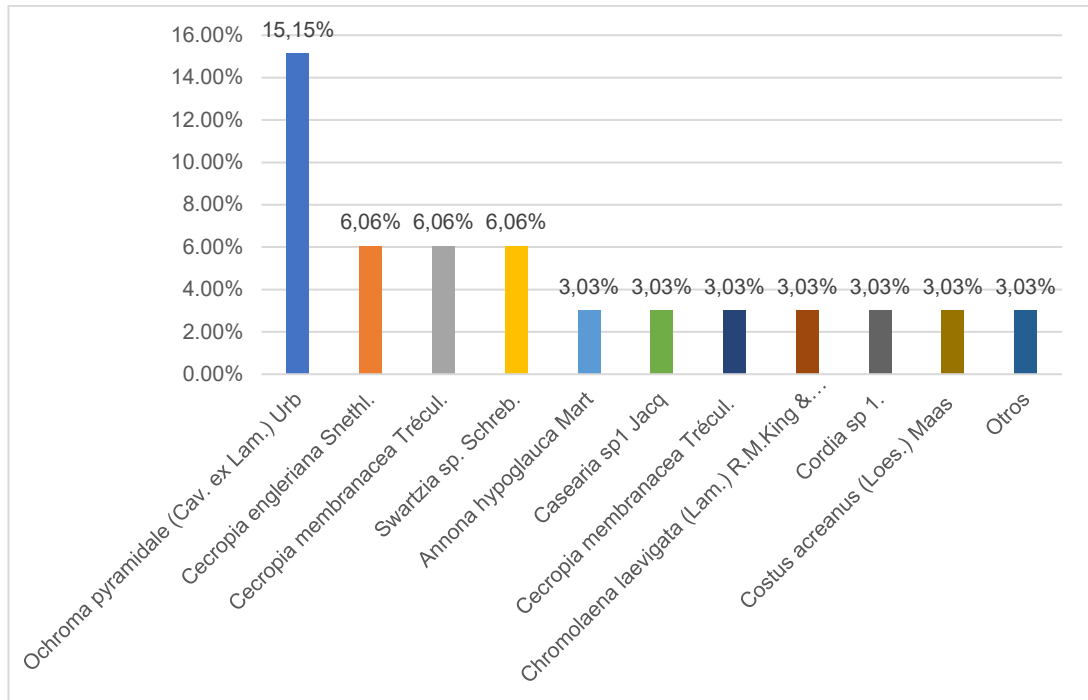


Figura 10. Especies más frecuentes registradas en el área intervenida o post interdicción.

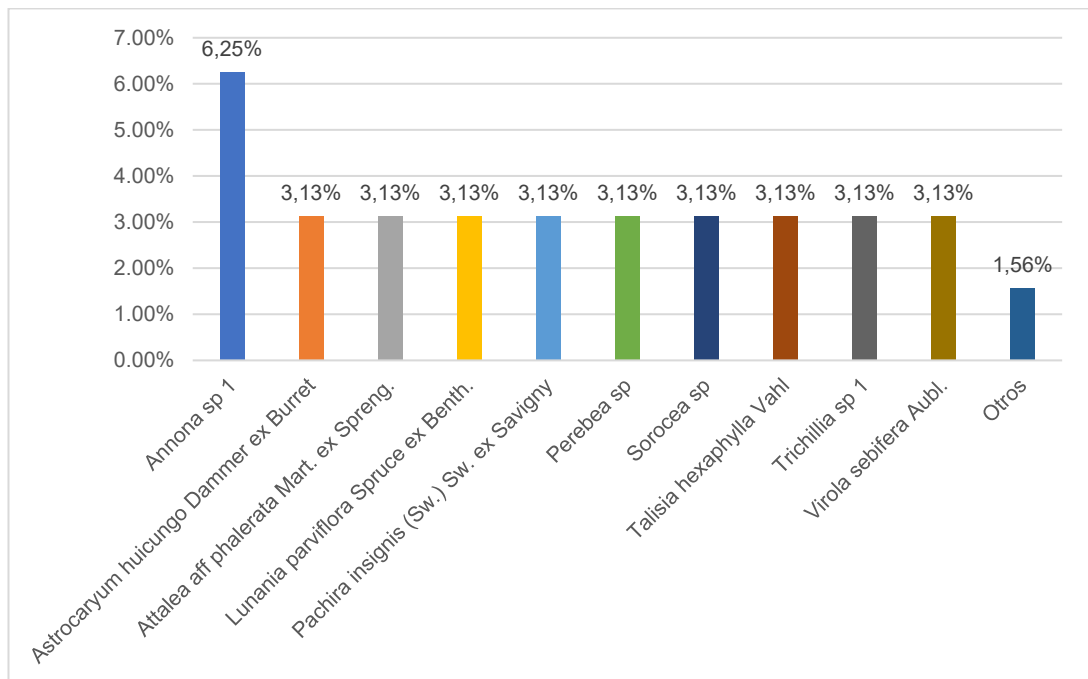


Figura 11. Especies más frecuentes registradas en el área sin intervención minera.

#### d) Índice de valor de importancia de las especies encontradas

El análisis de composición florística demostró que la especie dominante en el área intervenida post interdicción o área de regeneración natural es *Ochroma pyramidale* (Tabla 4), y para el área del bosque natural, *Hura crepitans* (Tabla 5). Estas especies tienen mayor influencia sobre la composición y forma de la comunidad, obteniendo un éxito en la densidad o mayor área basal dentro de su ecosistema o parcela evaluada.

Tabla 4: Índice de valor de importancia (IVI) de las especies de regeneración natural en áreas abandonadas por la minería post interdicción.

Especies	A%	F%	D%	IVI
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	11,46	15,15	38,47	21,69
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	15,63	6,06	14,26	11,98
<i>Cecropia membranacea</i> Trécul.	14,58	9,09	8,01	10,56
<i>Cecropia engleriana</i> Snethl.	6,25	6,06	10,73	7,68
<i>Piper sp 1</i>	11,46	3,03	3,09	5,86
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	1,04	3,03	10,29	4,79
<i>Swartzia sp.</i> Schreb.	2,08	6,06	3,22	3,79
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	5,21	3,03	1,47	3,24
<i>Miconia sp1</i>	6,25	3,03	0,04	3,11
<i>Piper aduncum</i> L.	4,17	3,03	2,07	3,09
<i>Costus acreanus</i> (Loes.) Maas	5,21	3,03	0,04	2,76
<i>Inga edulis</i> Mart.	1,04	3,03	3,12	2,40
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	1,04	3,03	2,80	2,29
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	3,13	3,03	0,04	2,07
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	2,08	3,03	0,12	1,75
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	1,04	3,03	0,72	1,60
<i>Annona hypoglauca</i> Mart.	1,04	3,03	0,62	1,56
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	1,04	3,03	0,30	1,46
<i>Terminalia sp. L.</i>	1,04	3,03	0,29	1,45
<i>Sapium sp.</i> Jacq.	1,04	3,03	0,12	1,40
<i>Endlicheria sp.</i> Nees	1,04	3,03	0,09	1,39
<i>Casearia sp1</i> Jacq	1,04	3,03	0,02	1,37
<i>Lonchocarpus sp</i>	1,04	3,03	0,04	1,37
<i>Cordia sp 1.</i>	1,04	3,03	0,02	1,36

A = Abundancia; F = Frecuencia; D = Dominancia.

*Ochroma pyramidale* tuvo un mayor peso ecológico (21,69%) en las áreas degradadas y abandonadas por la minería, seguida por *Cecropia engleriana* (11,98%) e *Inga thibaudiana* (11,98%). Es interesante mencionar que de las 24 especies registradas en el área intervenida post interdicción se encontró que las 8 especies con mayor IVI fueron especies pioneras del gremio de las heliófitas tolerantes a la luz solar, tales como son *Ochroma pyramidale*, *Inga thibaudiana*, *Cecropia membranacea*, *Cecropia engleriana*, *Piper sp 1*, *Erythrina poeppigiana*, *Trema micrantha* y *Miconia sp 1* (Tabla 4).

Las especies con mayor importancia ecológica encontradas en el área no intervenida difirieron en general de lo encontrado en las parcelas de regeneración natural de áreas abandonadas por minería (Tabla 5). *Hura crepitans* (11,97%), seguido por *Pachira insignis* (5,22%) y *Annona sp 1* (4,93%), siguiendo un patrón similar a lo encontrado en abundancia, dominancia y frecuencia. De las 53 especies registradas, las 10 especies con mayor IVI fueron especies del gremio de las esciófitas intolerantes a la luz solar, tales como son *Hura crepitans*, *Pachira insignis*, *Annona sp 1*, *Trichillia sp 1*, *Taralea sp*, *Attalea phalerata*, *Virola sebifera*, *Astrocaryum huicungo*, *Nectandra sp.* y *Perebea sp.*

Tabla 5. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies de regeneración natural en bosque no intervenido por la minería.

Especies	A%	F%	D%	IVI
<i>Hura crepitans</i> L.	1,33	1,56	33,03	11,97
<i>Pachira insignis</i> (Sw.) Sw. ex Savigny	2,67	3,13	9,86	5,22
<i>Annona sp 1</i>	2,67	3,13	8,99	4,93
<i>Trichillia sp 1</i>	4,00	3,13	5,53	4,22
<i>Taralea sp</i>	1,33	1,56	8,43	3,78
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	2,67	3,13	4,32	3,37
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	5,33	3,13	0,85	3,10
<i>Astrocaryum huicungo</i> Dammer ex Burret	2,67	3,13	2,17	2,65
<i>Nectandra sp</i>	2,67	1,56	2,73	2,32
<i>Perebea sp</i>	2,67	3,13	1,02	2,27
<i>Virola sp 1</i>	1,33	1,56	3,49	2,13
<i>Triplaris sp 1</i>	2,67	3,13	0,38	2,06
<i>Sorocea sp</i>	2,67	3,13	0,36	2,05
<i>Talisia hexaphylla</i> Vahl	2,67	3,13	0,10	1,96

<i>Lunania parviflora</i> Spruce ex Benth.	2,67	3,13	0,01	1,94
<i>Virola</i> sp 2	2,67	1,56	1,52	1,92
<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	1,33	1,56	2,44	1,78
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	1,33	1,56	1,99	1,63
<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	1,33	1,56	1,81	1,57
<i>Bactris</i> sp.	2,67	1,56	0,45	1,56
<i>Piper aduncum</i> L.	2,67	1,56	0,21	1,48
<i>Guateria</i> sp 1	2,67	1,56	0,05	1,43
Olacaceae	2,67	1,56	0,03	1,42
Lauraceae	2,67	1,56	0,02	1,42
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	2,67	1,56	0,01	1,41
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1,33	1,56	1,28	1,39
<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	1,33	1,56	1,21	1,37
<i>Inga</i> sp	1,33	1,56	1,11	1,33
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	1,33	1,56	0,98	1,29
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	1,33	1,56	0,81	1,24
<i>Ouratea iquitosensis</i> J. F. Macbr.	1,33	1,56	0,59	1,16
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg	1,33	1,56	0,54	1,15
<i>Pouteria</i> sp	1,33	1,56	0,54	1,15
<i>Connarus</i> sp	1,33	1,56	0,45	1,12
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	1,33	1,56	0,45	1,12
<i>Guarea</i> sp 1	1,33	1,56	0,36	1,09
<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	1,33	1,56	0,35	1,08
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.,	1,33	1,56	0,35	1,08
<i>Trichillia</i> sp 2	1,33	1,56	0,32	1,07
<i>Theobroma aff subincanum</i> Mart.	1,33	1,56	0,30	1,07
<i>Ormosia</i> sp	1,33	1,56	0,30	1,06
<i>Garcinia</i> sp.1	1,33	1,56	0,05	0,98
<i>Ficus</i> sp	1,33	1,56	0,04	0,98
<i>Perebea</i> sp.1	1,33	1,56	0,03	0,98
<i>Pseudolmedia laevis</i>	1,33	1,56	0,03	0,98
<i>Mabea maynensis</i> Spruce ex Benth	1,33	1,56	0,02	0,97
<i>Tabernaemontana</i> sp.	1,33	1,56	0,02	0,97
<i>Cedrela</i> sp.1	1,33	1,56	0,01	0,97
<i>Banara nitida</i> Spruce ex Benth.	1,33	1,56	0,01	0,97
<i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm	1,33	1,56	0,01	0,97
<i>Inga thibaudiana</i> Dc	1,33	1,56	0,01	0,97
<i>Tachigali</i> sp.	1,33	1,56	0,01	0,97
<i>Inga</i> sp.1	1,33	1,56	0,00	0,97

A = Abundancia; F = Frecuencia; D = Dominancia.

### 4.3.1 Estructura vertical de la vegetación

#### a) Regeneración natural

En la Figura 12 se me muestra la comparación de la altura promedio entre las áreas degradadas y abandonadas por la minería y áreas de bosque natural sin intervención minera según categorías de tamaño (brinzal, latizal y fustal) de la regeneración natural. En las tres categorías de regeneración natural, la altura promedio fue mayor en el bosque natural sin intervención minera que en las áreas abandonadas por la minería.

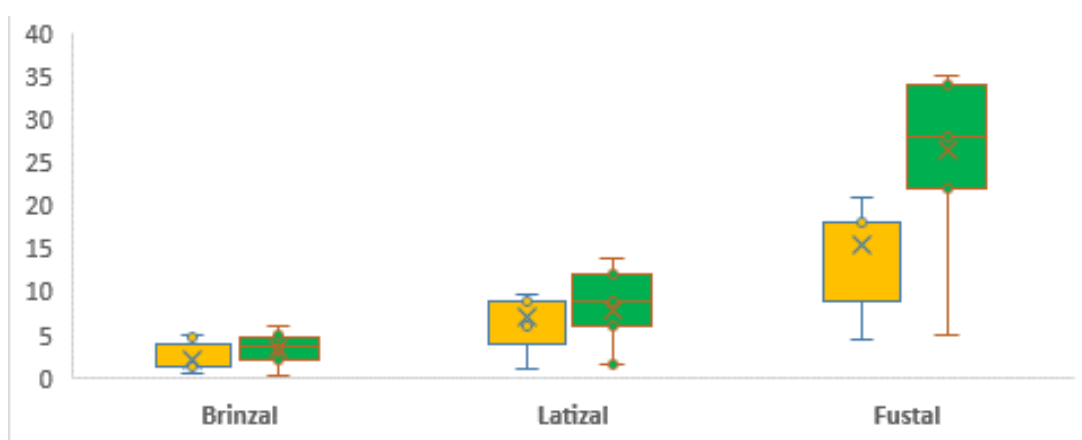


Figura 12. Boxplot de la comparación de la altura entre las áreas degradadas y abandonadas por la minería (cajas amarillas) y áreas de bosque natural sin intervención minera (cajas verdes), según categorías de tamaño (brinzal, latizal y fustal). El símbolo "X" representa el promedio de los datos.

En la Figura 13 se muestra la comparación de la proporción de individuos según clases de altura y se esquematiza mediante un diagrama en la Figura 14. Para el área con regeneración natural post interdicción, se observó que la mayor proporción de individuos se concentró en la categoría de 0 – 5 m de altura (>60%). Asimismo, se observó una disminución gradual en la proporción de individuos hacia las categorías de mayor altura, hasta la categoría de 20 a 25 m. Debido a que solo se encontró un individuo en esta categoría de altura, que correspondió a *Ochroma pyramidale* con 21 m de altura y 23,5 cm de DAP (Figura 13a).

Por otro lado, para el bosque natural, se observa un patrón similar al de la regeneración natural, con una mayor proporción de individuos en la categoría menor de tamaño. Sin embargo, a diferencia del anterior, sí se encontraron

individuos con una altura > 25 m, lo cual representa una moderada densidad de individuos en el estrato superior del bosque (Figura 13). Estas diferencias en la estructura vertical se muestran en el diagrama gráfico desarrollado en la Figura 14.

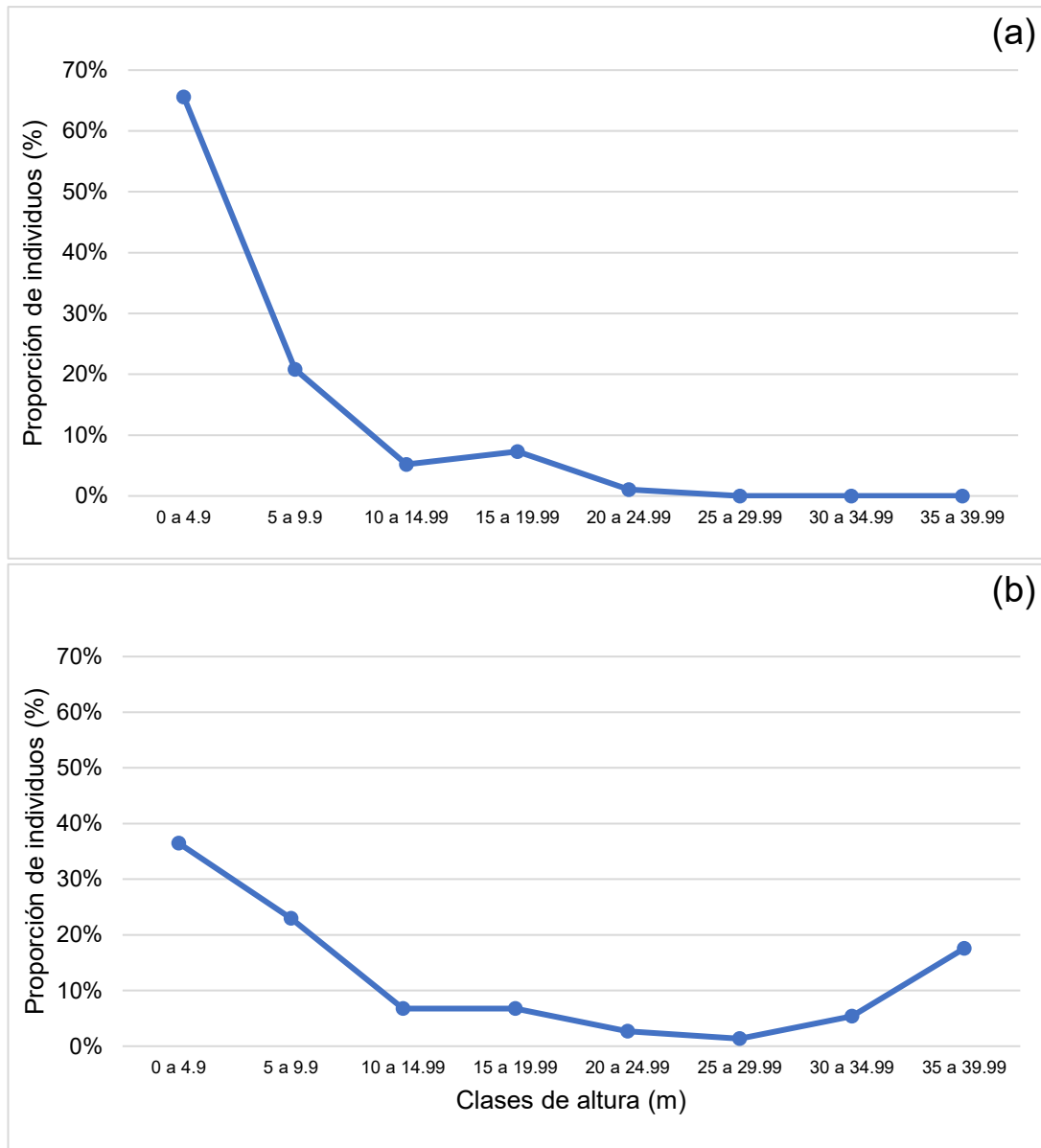


Figura 13. Comparación de la proporción de individuos en las áreas degradadas y abandonadas por la minería (a) y áreas de bosque natural sin intervención minera (b), según clases de altura.

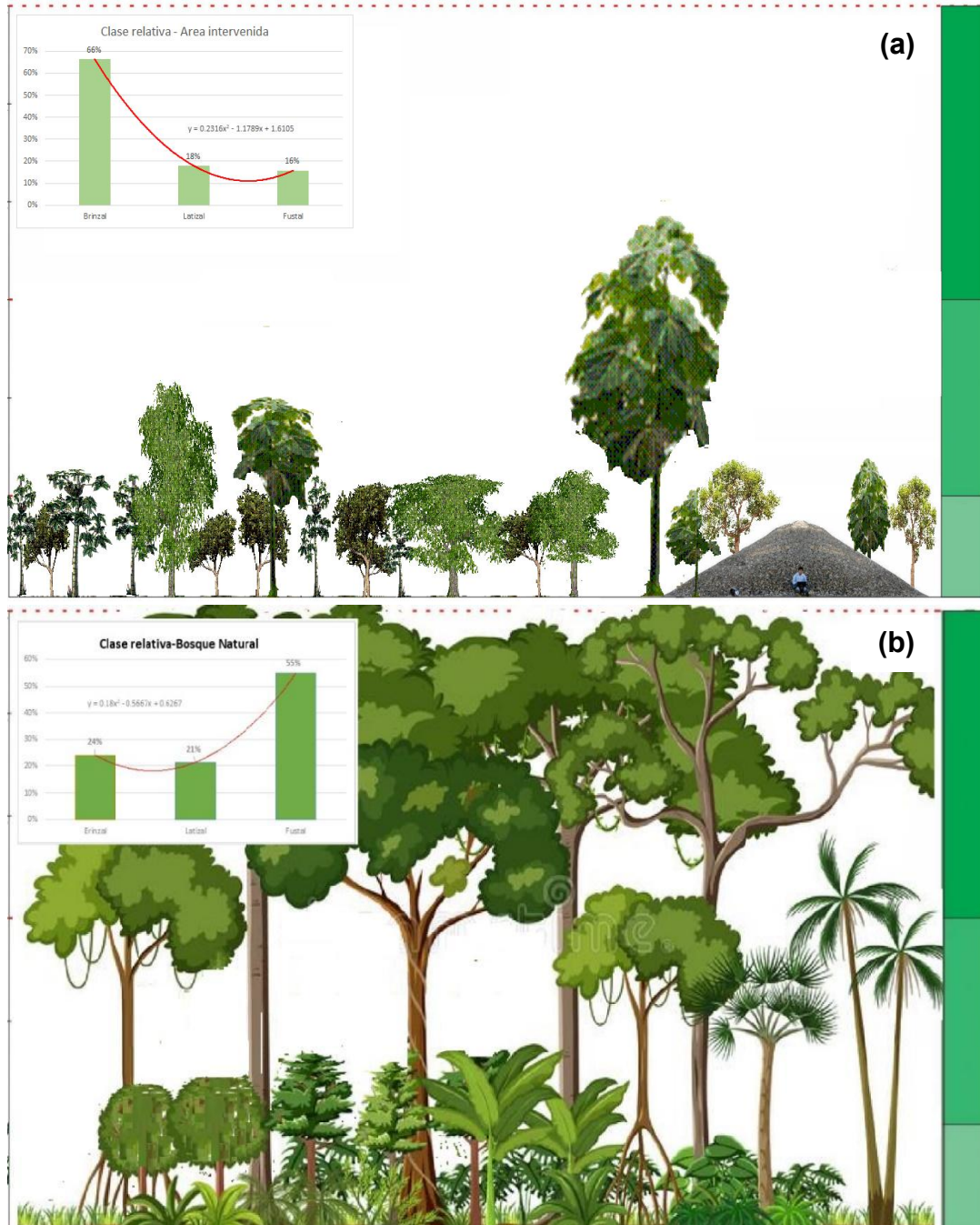


Figura 14. Diagrama de la comparación de la estructura vertical de las especies registradas en las áreas degradadas y abandonadas por la minería (a) y áreas de bosque natural sin intervención minera (b).

#### 4.4 Discusiones

El objetivo del estudio fue describir la composición, determinar los índices de diversidad, índices de similitud y otros parámetros ecológicos del área con regeneración natural post interdicción y compararlos con un bosque natural. De esta manera se recopiló información que podrá utilizarse en proyectos de restauración de bosques, silvicultura, reforestación y fitorremediación de áreas degradadas por la minería en la región Madre de Dios. Los resultados mostraron que la diversidad de especies en la regeneración natural en áreas abandonadas por la minería post-interdicción aún es diferente a los bosques naturales sin intervención minera. Debido a que se encontró una baja diversidad y similitud florística entre ellas.

##### **Abundancia y diversidad de especies.**

En las áreas con regeneración natural de las áreas degradadas y abandonadas por la minería, se encontró una mayor abundancia y diversidad de especies pioneras pertenecientes a las familias Fabaceae, Urticaceae, Malvaceae, Piperaceae y Melastomataceae. Estos resultados coinciden con estudios previos en áreas degradadas por la minería aurífera en Madre de Dios (Oblitas-Machaca 2021; Canahuire 2017; Pacheco 2014). Lo cual sugiere una típica sucesión secundaria, con una clara dominancia de las especies pioneras en la sucesión temprana, siendo las especies más importantes *Ochroma pyramidale* y *Cecropia membranacea* (Nieto y Surco 2017). Asimismo, concuerda con la teoría ecológica sobre el proceso de reconstrucción del bosque a través de diferentes etapas sucesionales o silvigénesis (Calderón 2013).

Por otro lado, la mayor proporción en la abundancia de brinzales en la regeneración natural, en comparación con los bosques no intervenidos, lo cual sugiere un buen flujo de propágulos de bosques adyacentes a las áreas degradadas por la minería (Calderón 2013).

En Madre de Dios existen trabajos de investigación con respecto a las áreas degradadas por la minería aluvial (Tabla 6); sin embargo, este presente se diferencia de ellos, con excepción de (Garate-Quispe, et al. 2024), debido a que consideramos la comparación con un bosque de referencia circundante. Los valores encontrados en el presente estudio fueron inferiores a los estudios previos. Aunque esta diferencia se debería a un mayor número de parcelas evaluadas y mayor tiempo de abandono en comparación con el presente estudio.

Tabla 6. Datos de abundancia y diversidad de especies en estudios similares en Madre de Dios.

Autores	Presente estudio	(Fernandez Mamani 2021)	(Cutire y Ramirez 2017)	(Oblitas-Machaca 2021)	(Alarcón-Aguirre et al. 2023a)	(Garate-Quispe, et al. 2024)	(Pacheco 2014)
Parcelas	6	12	15	12	14	12	50
Tamaño de parcelas	0,025	0,025	0,025	0,1	0,025	0,12	0,01
Superficie total (ha)	0,15	0,15	0,375	1,2	0,35	1,44	0,5
Dimensión de parcela	10m x 25m	10m x 25m	10m x 25m	20m x 50m	10m x 25m	20m x 60m	10m x 10m
Número de áreas evaluadas	6	6	1	2	3	4	1
Años de abandono	5 a 13	1- 6	8 a 12	12a	3 - >10a	5-23	13 a 15
Individuos	171	451	339	756	1,023	3,281	789
Especies	77	58	49	147	80	129	36
Familias	29	21	25	49	27	42	19

### Composición florística.

El análisis de la composición florística demostró que en las áreas de bosque natural las especies no pioneras fueron las más abundantes y con mayor diversidad alfa. Por ejemplo, la dominancia de *Virola sebifera* en los bosques naturales no intervenidos ha sido reportada por un estudio previo en la sucesión secundaria por minera en la Amazonia (Araujo, Velásquez De La Cruz y Hamilton Beltrán 2018).

### **Estructura de la vegetación.**

La dominancia de especies de Fabaceae y especies pioneras en la sucesión secundaria en áreas abandonadas por la minería ha sido reportada por estudios previos. Ya que por su naturaleza rústica se pueden establecer en áreas con suelos degradados y limitados de nutrientes y fuentes de agua. *Inga thibaudiana* y *Ochroma pyramidale* fueron las especies dominantes en la sucesión. Estas especies son reconocidas como especies clave, ya que promueven la sucesión ecológica (Alarcón-Aguirre et al. 2023a), debido a que mejoran las condiciones edáficas y microclimáticas y de esta manera promueven la recuperación de las áreas degradadas por la minería. Otras especies con importantes fueron Piper sp 1, Miconia sp 1 y *Cecropia engleriana* y *Trema micrantha*, las cuales coinciden con estudios previos en la Amazonia de Madre de Dios. La proliferación de especies pioneras dentro de las áreas abandonadas por la minería coincide con estudios previos, ya que durante las etapas iniciales de la sucesión secundaria (2-6 años), especies de los géneros *Cecropia*, *Inga* y *Vismia* rápidamente colonizan las áreas abiertas y llegan a medir 10 a 12 metros de altura (Cutire y Ramirez 2017).

Del análisis del IVI en las áreas con regeneración natural post interdicción, se puede inferir que estas áreas se encuentran en la etapa de transición entre pionera y secundaria inicial, debido a la resiliencia natural de estos ecosistemas. Estos ecosistemas continuarán con el proceso de sucesión ecológica hasta alcanzar una estructura similar a los bosques cercanos (Cutire y Ramirez 2017; Oblitas-Machaca 2021; Canahuire 2017; Pacheco 2014). Continuando el proceso sucesional, se espera que se dé un recambio de especies en los diferentes gremios ecológicos, es decir, en el área con regeneración natural post interdicción especies tolerantes a la luz solar, *Ochroma pyramidale*, *Inga thibaudiana* y *Cecropia engleriana*, a especies tolerantes a la sombra y típicas de bosques primarios como *Hura crepitans*, *Pachira insignis* y otras *Arecaceae*.

Por otro lado, la poca presencia de especies esciófitas en las áreas abandonadas por la minería coincide con la investigación de Sánchez

Hernández e Islebe (2007). Debido a que estas especies requieren alta iluminación para completar su desarrollo y obtener la madurez, son especies que en la etapa de plántula y brinzal inician y desarrollan bajo el dosel como esciófitas parciales; luego, al entrar a la etapa latizal, empiezan a demandar la luz directa hasta pasar la etapa fustal joven y la etapa final de etapa fustal madura y luego se pasan al gremio de las esciófitas totales.

Considerando que Sociedad de Restauración Ecológica (SER) define que “el proceso de restauración natural es necesario para continuar enriqueciendo con las especies utilizadas e introducir especies más exigentes en términos de condiciones microclimáticas, pertenecientes a estados sucesionales más avanzados” (SER 2008). Y que en el presente estudio las especies registradas como dominantes en el área con regeneración natural post interdicción, son especies heliófitas demandantes de luz, se caracterizan por tener un crecimiento rápido, su adición de materia orgánica al suelo y su cobertura de copas ayudarían al establecimiento de otras especies. Sería importante, como estrategia de recuperación de la cobertura vegetal, aprovechar a las especies pioneras para facilitar la sucesión natural.

## CONCLUSIONES

La riqueza y diversidad de especies de la vegetación fue mayor en el bosque no intervenido que en la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal. Mientras que la abundancia fue mayor en la regeneración natural en áreas impactadas por minería que en el bosque no intervenido.

La composición de especies difirió de forma significativa entre el bosque no intervenido y la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal. Debido a que se encontró una baja similitud florística entre ambos tipos de bosque.

Las especies pioneras (como *Ochroma pyramidale*, *Inga thibaudiana* y especies de *Cecropia*) fueron las más importantes de la regeneración natural en áreas impactadas por minería. Mientras que en el bosque no intervenido las especies típicas de bosque primario fueron las más importantes, por ejemplo, *Hura crepitans* y especies de *Arecaceae*. La estructura vertical de los bosques fue mejor en el bosque no intervenido, con individuos con una mayor altura promedio e individuos en las clases de altura mayores (25-40 m). Mientras que en las áreas con regeneración natural la mayoría de los individuos estuvieron concentrados en la categoría más baja de altura y no tuvieron individuos con una altura mayor a 25 m.

Se acepta la hipótesis alterna planteada, debido a que se encontró una baja diversidad de especies en las áreas impactadas por minería con regeneración natural, inferior al bosque natural no intervenido por la minería, y además esta vegetación encontrada tuvo una baja similitud con un área de bosque natural no intervenido.

## SUGERENCIAS

Se recomienda continuar con estudios similares, con la finalidad de monitorear la resiliencia de la vegetación en estas áreas severamente degradadas. En este contexto, se recomienda considerar el enfoque de parcelas de muestreo permanente y regeneración de base de datos para la repoblación y enriquecimiento de las áreas degradadas por la minería ilegal (áreas impactadas y en regeneración natural).

Es recomendable y muy interesante para el avance científico, los resultados de bosque natural para la comparación con otras áreas y el seguimiento de estas mismas, conocer su dinámica, velocidad y diferentes etapas de la regeneración natural.

Asimismo, se recomienda que las instituciones académicas y gubernamentales vinculadas a esta temática organicen los diferentes estudios realizados en regeneración natural en áreas impactadas, con el objeto de determinar, estimar y reconstruir la calidad del sitio, es decir, la revegetación con las especies claves de cada zona o tipo de bosque.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCÓN-AGUIRRE, G., SAJAMI QUISPE, E., VÁSQUEZ ZAVALA, T., PONCE TEJADA, L.V., RAMOS ENCISO, D., RODRÍGUEZ ACHATA, L. y GARATE-QUISPE, J., 2023a. Vegetation dynamics in lands degraded by gold mining in the southeastern Peruvian Amazon. *Trees, Forests and People*, vol. 11, pp. 100369. DOI 10.1016/j.tfp.2023.100369.
- ALARCÓN-AGUIRRE, G., SAJAMI QUISPE, E., VÁSQUEZ ZAVALA, T., PONCE TEJADA, L.V., RAMOS ENCISO, D., RODRÍGUEZ ACHATA, L. y GARATE-QUISPE, J., 2023b. Vegetation dynamics in lands degraded by gold mining in the southeastern Peruvian Amazon. *Trees, Forests and People* [en línea], vol. 11, pp. 100369. DOI 10.1016/j.tfp.2023.100369. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2023.100369>.
- ANDERSON, M., GORLEY, R. y CLARKE, K., 2008. *PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*. First edit. Plymouth, United Kingdom: PRIMER-E.
- ARAUJO, V., VELÁSQUEZ DE LA CRUZ, F. y HAMILTÓN BELTRÁN, S.W., 2018. Taxonomic and morphological study of 20 forest species in the CICFOR forest-Macuya, Pucallpa-Perú. *Revista de Investigación Universitaria*, vol. 8, no. 2, pp. 2018.
- CALDERÓN, C., 2013. *Evaluación del Tamaño de los Claros Producidos por el Aprovechamiento Forestal en la Comunidad Nativa Santa Mercedes, Río Putumayo - Perú* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Disponible en: [www.unaplquitos.edu.pe](http://www.unaplquitos.edu.pe).
- CANAUIRE, R., 2017. *Composición florística y estructura de la recuperación natural en un área degradada por minería en la comunidad nativa de tres islas, Tambopata - Madre de Dios* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/258>.
- CANO, Á. y STEVENSON, P.R., 2009. Diversidad y composición florística de

tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. , vol. 12, no. 18, pp. 63-80.

CASTRO-IZAGUIRRE, 2022. El Plan Estratégico de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata ( PEZA-TAMB ), Madre de Dios , Perú Las Áreas Naturales Protegidas y. . Berna, Suiza:

CHAMBI-LEGOAS, R., ORTEGA RODRIGUEZ, D.R., FIGUEIREDO, F. de M. de, PEÑA VALDEIGLESIAS, J., ZEVALLOS POLLITO, P.A., MARCELO-PEÑA, J.L. y ROTHER, D.C., 2021. Natural Regeneration After Gold Mining in the Peruvian Amazon: Implications for Restoration of Tropical Forests. *Frontiers in Forests and Global Change*, vol. 4, no. July, pp. 1-10. DOI 10.3389/ffgc.2021.594627.

CHAZDON, R.L., 2014. *Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation*. Chicago, London: University of Chicago Press.

CLARK, D., 2003. Los factores edáficos y la distribución de plantas. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, pp. 193-223.

CONCYTEC, 2019. Formalizan la aprobación del «código nacional de la integridad científica». *El Peruano*. 2019. pp. 38-39.

CUTIRE, L. y RAMIREZ, L., 2017. *CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUES SECUNDARIOS REGENERADOS EN ÁREAS DEGRADADAS PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD AURÍFERA EN LA COMUNIDAD DE TRES ISLAS, MADRE DE DIOS, PERÚ*. S.I.: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.

FERNANDEZ MAMANI, Y., 2021. Caracterización de la regeneración natural en áreas degradadas por minería aurífera en la comunidad nativa San Jacinto, Madre de Dios. , pp. 82.

GARATE-QUISPE, J., CANAHUIRE-ROBLES, R., ALARCÓN-AGUIRRE, G.,

DUEÑAS-LINARES, H. y ROMAN-DAÑOBEYTIA, F., 2024. Changes in floristic and vegetation structure in a chronosequence of abandoned gold-mining lands in a tropical Amazon forest. *Heliyon*, vol. 10, no. 9. DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e29908.

GARATE-QUISPE, J., HERRERA-MACHACA, M., PAREJA AUQUIPATA, V., ALARCÓN AGUIRRE, G., BAEZ QUISPE, S. y CARPIO-VARGAS, E.E., 2024. Resilience of Aboveground Biomass of Secondary Forests Following the Abandonment of Gold Mining Activity in the Southeastern Peruvian Amazon. *Diversity* [en línea], vol. 16, no. 4, pp. 233. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-2818/16/4/233>.

HAMMER, Ø. y HARPER, D. a T., 2006. *Paleontological Data Analysis. 1st edition*. Oxford: Blackwell Publishing.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2023. *Metodología de la investigación*. segunda. Ciudad de Mexico: Mc Graw Hill.

LOZANO-BAEZ, S.E., IGNACIO BARRERA-CATAÑO, J., RODRIGUES, R.R., DOMÍNGUEZ-HAYDAR, Y. y MELI, P., 2022. Forest restoration after alluvial gold mining can recover vegetation structure. A case study in Colombia. *Biota Colombiana*, vol. 23, no. 1. DOI 10.21068/2539200X.969.

MARTINEZ-RAMOS, M. y GARCIA, X., 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Sociedad Botánica de México* [en línea], vol. 80, pp. 15. DOI 10.17129/botsoci.1758. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/577/57708008/>.

MENSAH, S., EGERU, A., ASSOGBADJO, A.E. y GLÈLÈ KAKAÏ, R., 2018. Vegetation structure, dominance patterns and height growth in an Afromontane forest, Southern Africa. *Journal of Forestry Research*, no. September. DOI 10.1007/s11676-018-0801-8.

MINEM, 2012. Decreto legislativo que regula la interdicción de la minería ilegal en toda la república y establece medidas complementarias. *Diario*

*el peruano*. 2012. pp. 461041-461553.

MONTAGNINI, F. y JORDAN, C., 2005. *Tropical Forest Ecology* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/b138811>.

MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN, T., 1999. Estado de regeneración de importantes especies de árboles forestales tropicales en Bolivia: evaluación y recomendaciones. , vol. 124, pp. 273. DOI [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00076-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00076-6).

MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN, T., 2001. *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible-BOLFOR*. Editora El País. Santa Cruz. 2001. S.l.: s.n.

NIETO, C. y SURCO, O., 2017. Regeneración natural en pasivos ambientales, post minería aluvial en el distrito de Huepetuhe, Manu – Madre de Dios - Perú. *Bosques Latitud Cero*, vol. 6, no. 1, pp. 182.

OBLITAS-MACHACA, J., 2021. *Composición Florística de la Regeneración Natural en Áreas Restablecidas de Bosques Degradados por Minería en las Comunidades de Santa Rita y San Jacinto, Madre de Dios*. S.l.: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

PACHECO, D., 2014. *COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA REGENERACIÓN NATURAL COLONIZADORA DE UN AREA DEGRADADA POR MINERÍA AURÍFERA EN EL SECTOR TENIENTE ACEVEDO ·TAMBOPATA ·MADRE DE DIOS*. S.l.: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS.

RODRÍGUEZ-LEÓN, C.H., STERLING, A., TRUJILLO-BRIÑEZ, A. y ROA-FUENTES, L.L., 2025. Forest Attribute Dynamics in Secondary Forests: Insights for Advancing Ecological Restoration and Transformative Territorial Management in the Amazon. *Diversity*, vol. 17, no. 1, pp. 39. DOI 10.3390/d17010039.

ROZENDAAL, D., BONGERS, F., AIDE, T., ALVAREZ-DÁVILA, E.,

ASCARRUNZ, N., BALVANERA, P., BECKNELL, J.M., BENTOS, T. V., BRANCALION, P.H.S., CABRAL, G.A.L., CALVO-RODRIGUEZ, S., CHAVE, J., CÉSAR, R.G., CHAZDON, R.L., CONDIT, R., DALLINGA, J.S., DE ALMEIDA-CORTEZ, J.S., DE JONG, B., DE OLIVEIRA, A., DENSLOW, J.S., DENT, D.H., DEWALT, S.J., DUPUY, J.M., DURÁN, S.M., DUTRIEUX, L.P., ESPÍRITO-SANTO, M.M., FANDINO, M.C., FERNANDES, G.W., FINEGAN, B., GARCÍA, H., GONZALEZ, N., MOSER, V.G., HALL, J.S., HERNÁNDEZ-STEFANONI, J.L., HUBBELL, S., JAKOVAC, C.C., HERNÁNDEZ, A.J., JUNQUEIRA, A.B., KENNARD, D., LARPIN, D., LETCHER, S.G., LICONA, J.C., LEBRIJA-TREJOS, E., MARÍN-SPIOTTA, E., MARTÍNEZ-RAMOS, M., MASSOCA, P.E.S., MEAVE, J.A., MESQUITA, R.C.G., MORA, F., MÜLLER, S.C., MUÑOZ, R., DE OLIVEIRA NETO, S.N., NORDEN, N., NUNES, Y.R.F., OCHOA-GAONA, S., ORTIZ-MALAVASSI, E., OSTERTAG, R., PEÑA-CLAROS, M., PÉREZ-GARCÍA, E.A., PIOTTO, D., POWERS, J.S., AGUILAR-CANO, J., RODRIGUEZ-BURITICA, S., RODRÍGUEZ-VELÁZQUEZ, J., ROMERO-ROMERO, M.A., RUÍZ, J., SANCHEZ-AZOFEIFA, A., DE ALMEIDA, A.S., SILVER, W.L., SCHWARTZ, N.B., THOMAS, W.W., TOLEDO, M., URIARTE, M., DE SÁ SAMPAIO, E.V., VAN BREUGEL, M., VAN DER WAL, H., MARTINS, S.V., VELOSO, M.D.M., VESTER, H.F.M., VICENTINI, A., VIEIRA, I.C.G., VILLA, P., WILLIAMSON, G.B., ZANINI, K.J., ZIMMERMAN, J. y POORTER, L., 2019. Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests. *Science Advances*, vol. 5, no. 3, pp. 1-11. DOI 10.1126/sciadv.aau3114.

SÁENZ, G. y FINEGAN, B., 2000. *Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. Manejo Forestal Tropical N° 15*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

SÁNCHEZ, O.S., HERNÁNDEZ, M.V. y ISLEBE, G.A., 2007. Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 17-26. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49790203>.

SER, S. for E.R., 2008. *La restauración ecológica como herramienta para revertir la fragmentación de los ecosistemas*. 2008. S.l.: s.n.

SERFOR, 2021. *Guía de especies de flora silvestre con potencial para actividades con el acceso a recursos genéticos*. Lima - Perú: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

TIMSINA, S., HARDY, N.G., WOODBURY, D.J., ASHTON, M.S., COOK-PATTON, S.C., PASTERNAK, R. y MARTIN, M.P., 2022. Tropical surface gold mining: A review of ecological impacts and restoration strategies. *Land Degradation & Development* [en línea], vol. 33, no. 18, pp. 3661-3674. DOI 10.1002/ldr.4430. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.4430>.

VAN DER VALK, A., 2009. *Forest Ecology* [en línea]. 1st. Dordrecht: Springer Netherlands. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-2795-5>.

ZÉBAZÉ, D., GOREL, A., GILLET, J.F., HOUNGBÉGNON, F., BARBIER, N., LIGOT, G., LHOEST, S., KAMDEM, G., LIBALAH, M., DROISSART, V., SONKÉ, B. y DOUCET, J.L., 2023. Natural regeneration in tropical forests along a disturbance gradient in South-East Cameroon. *Forest Ecology and Management*, vol. 547, pp. 121402. DOI 10.1016/J.FORECO.2023.121402.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál será la estructura, abundancia, diversidad y composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción, y bosque de natural no intervenido por la minería en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata, Madre De Dios – Perú?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la abundancia y diversidad florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia?</li> <li>• ¿Cuál será la similitud en la composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia?</li> <li>• ¿Cómo será la estructura de regeneración natural según categorías de tamaño en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar y comparar la estructura, abundancia, diversidad y composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción, y bosque de referencia en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata, Madre De Dios – Perú.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar y comparar la abundancia y diversidad florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia.</li> <li>• Determinar y comparar la composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia.</li> <li>• Determinar y comparar la estructura de regeneración natural según categorías de tamaño en áreas impactadas por minería ilegal y bosque de referencia.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> <b>Hipótesis alterna:</b> En las áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, Madre De Dios, se espera encontrar una baja diversidad de especies, inferior al bosque natural no intervenido por la minería, y además estas tendrán una baja similitud a un área de bosque natural no intervenido.</p>	<p><b>Variabes:</b></p> <p><b>Variabes independientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque.</li> <li>• Edad.</li> </ul> <p><b>Variabes dependientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atributos florísticos.</li> <li>• Estructura de la vegetación.</li> </ul> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeneración natural</li> <li>• Tiempo de abandono después de las actividades mineras</li> <li>• Abundancia</li> <li>• Diversidad alfa</li> <li>• Composición de especies</li> <li>• Índice de valor de importancia</li> <li>• Categorías de regeneración natural</li> <li>• Estructura vertical</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeneración natural en áreas degradadas y abandonadas por la minería.</li> <li>• Regeneración natural en bosque natural sin intervención minera</li> <li>• años</li> <li>• Abundancia</li> <li>• Riqueza de especies</li> <li>• Diversidad de Shannon</li> <li>• Diversidad de Simpson</li> <li>• Diversidad de Margalef</li> <li>• Índice de Bray-Curtis</li> <li>• Abundancia relativa (%)</li> </ul>	<p><b>Enfoque</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Diseño</b> No experimental de corte transversal.</p> <p><b>Nivel</b> Básica</p> <p><b>Tipo</b> Correlacional.</p> <p><b>Métodos</b> Se comparó la estructura, abundancia, diversidad y composición florística de la regeneración natural en áreas impactadas por minería ilegal, post interdicción, y bosque de referencia en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata, Madre De Dios – Perú.</p> <p><b>Técnicas instrumentales de muestreo.</b> Muestreo no probabilístico.</p> <p><b>De Recolección de datos</b> Se realizarán inventarios de la vegetación en áreas degradadas y abandonadas por la minería, y con un bosque natural no intervenido.</p> <p><b>De procesamiento de datos</b>  Toda la información obtenida se sistematizará en una hoja de cálculo de MS Excel 365.</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dominancia relativa (%)</li> <li>• Frecuencia relativa (%)</li> <li>• Índice de valor de importancia (IVI, %)</li> <li>• Brinzal, latizal y fustal.</li> <li>• Clase de altura</li> </ul>	<p><b>De análisis</b>  analizar la relación entre la edad y la abundancia y diversidad de especies se utilizó el análisis de correlación de Pearson. Para comparar la proporción de individuos según categorías de tamaño (brinzal, latizal y fustal) entre la regeneración natural post minería y el bosque no intervenido se realizó un gráfico de barras apiladas. Para analizar la similitud florística entre las áreas con regeneración natural post interdicción y en el bosque natural no intervenido por la minería se utilizó el índice de Bray-Curtis, y se representó en un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS).</p> <p><b>Población</b>  Todas las áreas degradadas por minería con regeneración natural y bosque no intervenido de la zona de amortiguamiento de la reserva nacional de Tambopata (Madre de Dios).</p> <p><b>Muestra</b>  Tres parcelas en áreas degradadas por la minería y tres parcelas en bosque natural no intervenido por la minería.</p>
--	--	--	--	--



Anexo 3. Registro de composición y diversidad, familias/especie y número de individuos en las diferentes subparcelas.

Familia/especie	Sub-Parcela						Total
	1	2	3	4	5	6	
<b>ANNONACEAE</b>		1		2			3
<i>Annona hypoglauca</i> Mart		1					1
<i>Guatteria sp 1</i>				2			2
<b>APOCYNACEAE</b>					1		1
<i>Tabernaemontana sp.</i>					1		1
<b>ARECACEAE</b>					2		2
<i>Bactris sp.</i>					2		2
<b>ASTERACEAE</b>	2						2
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	2						2
<b>BORAGINACEAE</b>	1						1
<i>Cordia sp 1.</i>	1						1
<b>BRASSICACEAE</b>					1	1	2
<i>Lunania parviflora</i> Spruce ex Benth.					1	1	2
<b>CANNABACEAE</b>	5						5
<i>Trema micrantha</i> (L).Blume	5						5
<b>CLUSIACEAE</b>		1			1		2
<i>Garcinia sp.1</i>					1		1
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.		1					1
<b>COMBRETACEAE</b>			1				1
<i>Terminalia sp. L.</i>			1				1
<b>COSTACEAE</b>			5				5
<i>Costus acreanus</i> (Loes.) Maas			5				5
<b>EUPHORBIACEAE</b>			1			1	2
<i>Mabea maynensis</i> Spruce ex Benth						1	1
<i>Sapium sp. Jacq.</i>			1				1
<b>FABACEAE</b>	1	15	1	1	1	1	19
<i>Inga edulis</i> Mart.	1						1
<i>Inga sp.1</i>					1		1
<i>Inga thibaudiana</i> Dc			13	1			14
<i>Lonchocarpus sp</i>			1				1
<i>Swartzia sp. Schreb.</i>			1				1
<i>Tachigali sp.</i>						1	1
<b>LAURACEAE</b>			1	2		1	4
<i>Endlicheria sp. Nees</i>			1				1
Lauraceae				2			2
<i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm						1	1
<b>MALVACEAE</b>	2	3		1			6
<i>Luehea speciosa</i> Willd.		1					1
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	2	2					4
<i>Pachira insignis</i> (Sw.) Sw. ex Savigny				1			1
<b>MELASTOMATACEAE</b>	6						6

<i>Miconia sp1</i>	6				6			
<b>MELIACEAE</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
<i>Cedrela sp.1</i>					1	1		
<i>Trichilia sp.</i>				1		1		
<b>MORACEAE</b>				<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		
<i>Ficus sp</i>					1	1		
<i>Perebea sp.1</i>					1	1		
<i>Pseudolmedia laevis</i>					1	1		
<i>Sorocea sp</i>				1		1		
<b>MYRISTICACEAE</b>					<b>3</b>	<b>3</b>		
<i>Virola sebifera</i> Aubl.					3	3		
<b>OLACACEAE</b>					<b>2</b>	<b>2</b>		
Olacaceae					2	2		
<b>OXALIDACEAE</b>				<b>3</b>		<b>3</b>		
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.				3		3		
<b>PIPERACEAE</b>		<b>4</b>	<b>11</b>		<b>2</b>	<b>17</b>		
<i>Piper aduncum</i> L.		4			2	6		
<i>Piper sp 1</i>			11			11		
<b>SALICACEAE</b>		<b>1</b>			<b>1</b>	<b>2</b>		
<i>Banara nitida</i> Spruce ex Benth.					1	1		
<i>Casearia sp1</i> Jacq		1				1		
<b>SAPINDACEAE</b>					<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<i>Talisia hexaphylla</i> Vahl					1	1	2	
<b>URTICACEAE</b>		<b>11</b>	<b>4</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>18</b>	
<i>Cecropia engleriana</i> Snethl.			4				4	
<i>Cecropia membranacea</i> Trécul.		12					12	
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.						2	2	
<b>Total</b>		<b>28</b>	<b>14</b>	<b>38</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>114</b>

Anexo 4. Anexo fotográfico: minería ilegal post interdicción.



Anexo 5. Anexo fotográfico: Área con regeneración natural post interdicción 3 años de abandono.



Anexo 6. Anexo fotográfico: Área con regeneración natural post interdicción 13 años de abandono.



Anexo 7. Anexo fotográfico: Establecimiento de parcelas en campo.



Anexo 8. Anexo fotográfico: Mediciones en campo y colecta de especímenes.



Anexo 9. Fotografías de secado e identificación de especímenes botánicos.



Anexo 10. Constancia de identificación botánica de las especies registradas en el estudio.



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

"Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"

Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Centro Investigación Herbario Alwyn Gentry (HAG)

El que suscribe, director del Centro de Investigación Herbario Alwyn Gentry (HAG) de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), deja:

CONSTANCIA

Que el Bachiller **Alex Omar Amachi Villarroel**, Tesista de la carrera Ingeniería forestal y medio ambiente de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, han presentado 24 especímenes para su identificación. Los ejemplares provienen de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, específicamente del kilómetro 98 de la carretera Interoceánica, tramo Puerto Maldonado – Cusco, en la región Madre de Dios, región Madre de Dios, estas fueron verificadas e identificadas en este Centro de Investigación HAG-UNAMAD.

Los especímenes en mención se detallan en el siguiente cuadro:

ID	Nombre científico	Familia Segun APG IV (2016)
AAV-01	<i>Inga thibaudiana</i> Dc.	Fabaceae
AAV-02	<i>Cecropia membranacea</i> Trécul.	Urticaceae
AAV-03	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	Malvaceae
AAV-04	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
AAV-05	<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae
AAV-06	<i>Cecropia engleriana</i> Snethl.	Urticaceae
AAV-07	<i>Costus acreanus</i> (Loes.) Maas	Costaceae
AAV-08	<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	Cannabaceae
AAV-09	<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae
AAV-10	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	Urticaceae
AAV-11	<i>Swartzia</i> sp.	Fabaceae
AAV-12	<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae
AAV-13	<i>Cordia</i> sp.	Cordiaceae
AAV-14	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Meliaceae
AAV-15	<i>Terminalia</i> sp.	Combretaceae
AAV-16	<i>Endlicheria</i> sp.	Lauraceae
AAV-17	<i>Sapium</i> sp.	Euphorbiaceae
AAV-18	<i>Casearia</i> sp.	Salicaceae
AAV-19	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	Fabaceae
AAV-20	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Malvaceae
AAV-21	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae
AAV-22	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Hypericaceae
AAV-23	<i>Annona hypoglauca</i> Mart	Annonaceae





**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**

"Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"

Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



AAV-24	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Fabaceae
--------	-------------------------	----------

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente.

Puerto Maldonado, 20 de diciembre de 2024

Atentamente

  
Dr. Susy Barz Orospe  
DIRECTORA DEL HERBARIO