

MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERÚ



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO
AMBIENTE**

**“CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUES SECUNDARIOS
REGENERADOS EN ÁREAS DEGRADADAS PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD
AURÍFERA EN LA COMUNIDAD DE TRES ISLAS, MADRE DE DIOS, PERÚ”**

TESISTAS:

LAURA CUTIRE TINTA

LAURA MILAGROS RAMIREZ CHÁVEZ

ASESOR:

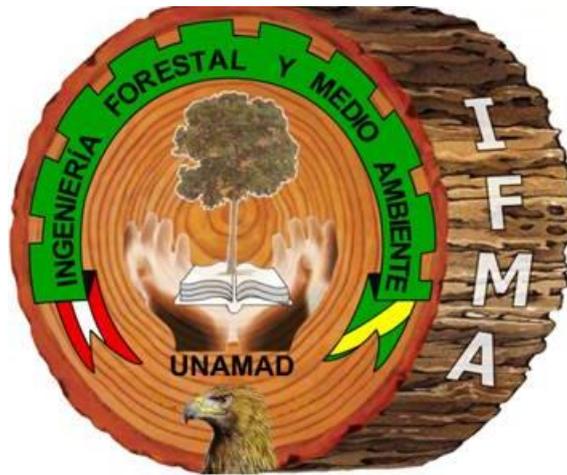
Ph.D. PERCY AMILCAR ZEVALLOS POLLITO

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

PUERTO MALDONADO – PERÚ

2017

MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERÚ



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO
AMBIENTE**

**“CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUES SECUNDARIOS
REGENERADOS EN ÁREAS DEGRADADAS PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD
AURÍFERA EN LA COMUNIDAD DE TRES ISLAS, MADRE DE DIOS, PERÚ”**

TESISTAS:

LAURA CUTIRE TINTA

LAURA MILAGROS RAMIREZ CHÁVEZ

ASESOR:

Ph.D. PERCY AMILCAR ZEVALLOS POLLITO

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

PUERTO MALDONADO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por guiar mis pasos ayudándome a superar los obstáculos que se presentan a lo largo del camino. A mi padre Nemesio que siempre me brinda su apoyo y consejos para hacer de mí una buena persona, a mis hermanos Deisy y Guillermo por sus palabras de ánimo durante todo este tiempo.

Laura Cutire Tinta

A Dios nuestro Padre por toda la bendición que me ha regalado, por la protección a toda mi familia. De manera especial y con mucho cariño y amor a mi madre Nelly Chávez Ardiles que siempre me motivo a cumplir con mis metas y a mi hijo querido Alejandro Emmanuel quien es mi fortaleza y mi alegría de continuar adelante. A mis hermanos Miguel y Martín que en todo momento me apoyaron y no dudaron en seguir alentándome, a mi sobrino y mis tíos que siempre estuvieron conmigo.

Laura Milagros Ramirez Chavez

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al sr. Sergio Perea Ponce y familia (presidente de la Comunidad Nativa Tres Islas) quien nos brindó todas las facilidades para realizar el estudio de nuestro proyecto de tesis en su concesión minera NIRCE.

Un sincero reconocimiento a la persona que nos impulsó a culminar el presente estudio al Ph.D Percy Amilcar Zevallos Pollito por brindarnos el asesoramiento durante todo el proceso del proyecto de tesis y cumplir con nuestros objetivos.

Al Consorcio Madre de Dios – UNAMAD por brindarnos apoyo en la gestión financiera en el estudio realizado. De igual manera a nuestro amigo ing. José Luis Mamani Condori y a nuestros compañeros que nos apoyaron y animaron en el proyecto de tesis.

Finalmente, un agradecimiento a las personas de la comunidad que nos ayudaron a realizar el reconocimiento del área, a Martin Ramírez Chávez y Miguel Ángel Mejía Chávez quienes nos ayudaron en toda la fase de campo y logística del presente estudio realizado. Y de manera especial a nuestras familias por la comprensión y apoyo incondicional para cumplir con una de las etapas de nuestra formación profesional.

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 7 |
| ABSTRACT | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEORICO..... | 14 |
| 1.1. Antecedentes | 14 |
| 1.2. Revisión bibliográfica | 16 |
| 1.2.1. Diagnostico actual de la Comunidad nativa Tres Islas: | 16 |
| 1.2.2. Bosques Secundarios..... | 22 |
| 1.2.3. Especie..... | 23 |
| 1.2.4. Sucesión ecológica..... | 23 |
| 1.2.5. Restauración..... | 24 |
| 1.2.6. Regeneración natural | 25 |
| 1.2.7. Composicion Florística | 26 |
| 1.2.8. Estructura horizontal..... | 26 |
| 1.2.9. Estadios sucesionales. | 27 |
| 1.2.10. Parcelas de Muestreo | 28 |
| 1.2.11. Suelos..... | 29 |
| 1.2.12. Minería..... | 32 |
| CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS | 34 |
| 2.1. Local de estudio | 34 |
| 2.2. Determinación del tamaño de Muestra..... | 36 |
| 2.3. Determinación de la composición florística de la renegeración natural... 38 | |
| 2.4. Caracterización de la Estructura horizontal y categorización sucesional de la regeneración natural | 38 |
| 2.5. Caracterización edáfica de los suelos donde se desarrolla la vegetación..... | 40 |
| 2.6. Determinación del índice de diversidad de Shannon e índice de similaridad de Jaccard | 40 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES | 41 |
| 3.1. Composición florística de la regeneración natural..... | 41 |
| 3.2. Estructura horizontal y sucesión ecológica de la regeneración natural ... 44 | |
| 3.3. Índices de Diversidad y Similitud..... | 54 |
| 3.4. Caracterización edáfica de los suelos donde se desarrolla la vegetación57 | |

| | |
|-----------------------|----|
| CONCLUSIONES..... | 61 |
| RECOMENDACIONES | 63 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 64 |
| ANEXOS | 72 |

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el proceso de regeneración natural en áreas degradadas por minería aurífera aluvial abandonadas en la Comunidad de Tres Islas, distrito de Tambopata, en la región de Madre de Dios, Perú, se realizó la caracterización de la composición florística, estructura horizontal (abundancia, frecuencia y dominancia relativa, e índice de valor de importancia), sucesión ecológica de la vegetación arbórea y arbustiva, así como la evaluación de las características físico-químicas del suelo, de 39 ha intervenidas por la minería aurífera; en una muestra de 15 parcelas de 10m x 25m para registro de individuos de fustales, 15 parcelas de 5m x 5m para latizales y 15 parcelas de 2m x 2m para brinzales, distribuidos aleatoriamente, ocupando áreas abandonadas entre ≤ 8 años, 9-12 años y >12 años, evaluadas en Noviembre de 2014. Los resultados muestran que la vegetación del área esta compuesta por 49 especies distribuidos en 25 familias, las familias más abundantes fueron Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae y Cecropiaceae, siendo que la mayoría de las especies comprendieron etapas de brinzal y latizal. Las especies mas abundantes fueron *Bahuinia sp*, *Baccharis sp* y *Cecropia engleriana*, sobresaliendo entre ellas *Bahuinia* y *Baccharis*; las demás especies registraron menos de 4% de abundancia relativa. Las especies mas frecuentes fueron *Cecropia engleriana*, *Ochroma pyramidale*, *Schizolobium parahyba*, *Ficus insípida*, *Guazuma crinita*, *Senna silvestris*, *Stizophyllum sp*, *Zanthoxylum ekmani*, *Ceiba samauma* y *Baccharis sp*, con poca diferencia entre ellos excepto *Cecropia engleriana* cuya frecuencia fue considerablemente superior (10.83%). Asimismo, las especies dominantes fueron *Ficus insípida*, *Cecropia engleriana*, *Baccharis sp*, *Guazuma crinita*, *Senna Silvestris*, *Calycophyllum spruceanum*, *Inga marginata*, *Bixa urucuna*, *Ochroma pyramidale* y *Schizolobium parahyba*, sobresaliendo notablemente *Ficus insípida* debido a individuos con gran diámetro. La suma de los tres parámetros reveló el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies, así en el área las especies con mayor IVI resultaron ser *Baccharis sp*, *Cecropia engleriana*, *Bahuinia sp* y *Ficus insípida*, que considerablemente mas importantes que las demás especies. La composición florística del área tiene un alto índice de diversidad de Shannon ($H' = 3.07$) así mismo existe heterogeneidad (Índice de Jaccard entre 0.24 a 0.39) entre las áreas con distintos tiempos de abandono y cierre de minas. La

clasificación de las especies en categorías sucesionales según su ecología, mostró que las especies con mayor IVI en el área son especies pioneras como *Baccharis sp* y *Cecropia engleriana*, seguida de especies secundarias iniciales como *Bauhinia sp* y *Ficus insípida*, y en general existe un mayor número de especies pioneras (20) frente a especies secundarias tardías (12) y muy pocas especies secundarias tardías (apenas 2); una similar proporción existe en cuanto a la abundancia de individuos. En relación a los suelos, estos se caracterizan por ser suelos moderadamente y fuertemente ácidos, además de ser muy pobres en nutrientes como P, K y Materia orgánica, son de textura arena y arena franca, con lo cual no existe buena capacidad de retención de agua promoviendo la rápida lixiviación de nutrientes, estos resultados indican una extrema alteración del suelo debido a este tipo de actividad. Después de todo, pesar del estado de degradación a que fueron sometidas, las áreas degradadas de Tres Islas se encuentran en proceso de regeneración de la cubierta forestal; después de 8 a 12 años de cierre de mina de estas áreas, existe gran cantidad de especies pioneras que están facilitando la aparición de especies secundarias iniciales, con una alta diversidad de especies.

Palabras claves: Composición florística; estructura horizontal; regeneración natural; sucesión ecológica; minería aurífera; áreas degradadas; degradación del suelo.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the process of natural regeneration in areas degraded because of the alluvial auriferous mining abandoned in the community of Tres Islas, district of Tambopata, region of Madre de Dios. It was done a characterization of the floristic composition, horizontal structure (abundance, frequency, relative dominance and indicator of importance value), ecological succession of the arboreal and bushy vegetation, as well as evaluation of the physiochemical characteristics of the soil, of 39 ha intervened by the auriferous mining; in a sample of 15 plots of 10m x 25m for record of individuals of fustales (trees with more than 9cm of circumference), 15 plots of 5m x 5m for latizales (trees from 5cm to 9cm of circumference) and 15 plots of 2m x 2m for brinzales (trees with less than 5cm of circumference), distributed randomly, occupying abandoned areas between ≤ 8 years, 9-12 years and > 12 years, evaluated in November, 2014. The results show that the vegetation of the area is composed by 49 species distributed in 25 families, the most abundant families were Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae and Cecropiaceae, obtaining that the majority of species had stages of brinzal and latizal. The most abundant species were *Bahuinia sp*, *Baccharis sp* and *Cecropia engleriana*, standing out among them *Bahuinia* and *Baccharis*. The other species recorded minus of 4% of relative abundance.

The most frequent species were *Cecropia engleriana*, *Ochroma pyramidale*, *Schizolobium parahyba*, *Ficus insipida*, *Guazuma crinita*, *Senna silvestris*, *Stizophyllum sp*, *Zanthoxylum ekmani*, *Ceiba samauna* and *Baccharis sp*, with little difference. Among them except for *engleriana* whose frequency was considerably superior (10.38%). Likewise the dominant species were *Ficus insipida*, *Cecropia engleriana*, *Baccharis sp*, *Guazuma crinite*, *Senna silvestris*, *calycophyllum spruceanum*, *Inga marginata*, *Bixa urucuna*, *Ochroma pyramidale*, and *Schizolobium parahyba*, standing out notably *Ficus insipida* despite of individuals with a long diameter. The sum of the three parameters revealed the index of value importance of the species, like this in the area with the most index of value importance resulted to be *Baccharis sp*, *Cecropia engleriana*, *Bahuinia sp* and *Ficus insipida*, that are considerably more important than the other species.

La floristic composition of the area has a high index of diversity of Shannon ($H' = 3.07$) the heterogeneity exists as well (index of Jaccard between 0.24 to 0.39) among the areas with different time of abandonment and mine closing. The classification of the species within successional categories according to their ecology, showed that the species with more index of value importance in the area are species pioneers such as *Baccharis sp* and *Cecropia engleriana*, followed by initial secondary species like *Bauhinia sp* and *Ficus insipida*, and in general a greater number of pioneering species (20) exist, in contrast with late secondary species (12) and very few late secondary species (only 2); a similar proportion exists about the abundance of individuals. In terms of soils, they are characterized by being modern and strongly acids, besides being very poor in nutrients like P and K and organic matter, they have a sandy texture and franca sand (sand with sediments of organic matter), which are not able to retain water promoting the fast leaching of nutrients, these results indicate an extreme alteration of the soil due to this kind of activity. After all, despite of the state of degradation to which they were exposed, the degraded areas of Tres Islas are in process of regeneration of the forest cover. After 8 to 12 years of mine closing in these areas, a large amount of pioneering species exist which are facilitating the apparition of initial secondary species, with a high diversity of species.

Key words: floristic composition; horizontal structure; natural regeneration; ecologic succession; auriferous mining degraded areas, degradation of soil.

INTRODUCCIÓN

La región de Madre de Dios, contiene una de las mayores extensiones de bosques preservados que quedan en la Amazonia Peruana, sin embargo esta sufriendo un proceso acelerado de degradación, debido principalmente a la agricultura de subsistencia, ganadería (pasturas) y la minería aurífera (Joshi et al., 2015). Ésta ultima actividad ha tenido una gran expansión durante las últimas 2 décadas, debido a diversos factores como el precio del oro y la alta demanda internacional de este preciado metal (Alvarez-Berrios & Mitchell Aide, 2015) entre otros, trayendo como consecuencia la destrucción de grandes áreas de bosques primarios creando un paisaje de desolación y de fragmentos forestales en diferentes estados de sucesión ecológica.

Los ecosistemas, dependiendo del grado de afectación, tienen la capacidad de recuperación natural, que permite hasta un cierto punto, en un tiempo determinado, retornar a sus condiciones iniciales que tenía antes del impacto; siendo que, la afectación a causa de la minería aluvial aurífera, no se restringe sólo a la eliminación de las plantas encima del suelo, sino que afecta además de manera considerable a las capas superiores del suelo, el tiempo que toma en recuperar las características iniciales es todavía mucho mas largo y complejo, ya que se complica la recolonización de especies originales (Lamb, Erskine, & Parrotta, 2005). Sin embargo, cabe señalar que los fragmentos de bosque cercanos a las áreas degradadas son fuente importante de semillas y por tanto definen la composición florística y la estructura de la regeneración natural (Rodrigues, Martins, & De Barros, 2004), por tanto a pesar del severo impacto en el suelo, la reconolización de especies originales del lugar, puede ser posible, si todavía existen fragmentos de bosque preservados cercanos, tornándose importante la conservación de fragmentos forestales (Rodrigues et al., 2004). En este contexto se torna fundamental para proyectos de recuperación forestal, la necesidad de entender como las comunidades forestales se regeneran después de disturbios humanos y como las especies se comportan en el proceso sucesional de colonización en estas áreas, es decir la rapidez de la regeneración, la composición florística y estructura, la diversidad de especies y la dinámica sucesional. Así a pesar del grado de degradación que ocasiona la minería aurífera, estas áreas pueden iniciar un proceso

de regeneración forestal con un avance gradual de sucesión secundaria con especies pioneras alterando las condiciones ecológicas y por tanto facilitando la regeneración de especies tardías (Rodrigues et al., 2004). Sin embargo el proceso de regeneración en áreas degradadas por minería aurífera parece ser mucho más lento en comparación con áreas con menor perturbación del suelo (ganadería y agricultura) (Román-Dañobeytia et al., 2015).

En ese contexto, estudios caracterizando la regeneración natural de áreas impactadas por minería aurífera se tornan muy importantes; hasta el momento este tipo de estudios son aún muy escasos en la región de Madre de Dios. Respuestas a preguntas como ¿Cómo es la estructura horizontal de la regeneración natural en áreas degradadas por la minería aluvial aurífera? ¿Cuál es la composición florística de la regeneración natural en estas áreas? ¿Cómo se está llevando a cabo el proceso de sucesión ecológica de la regeneración natural? ¿Cuánto tiempo toma la recuperación de la cubierta forestal en estas áreas? ¿Cuán alterado están los suelos de estas áreas? son claves para formular proyectos de recuperación de estas áreas degradadas.

El presente estudio presenta la caracterización de la regeneración natural en áreas degradadas, producto de la actividad minera aurífera en cuanto a su composición florística, estructura horizontal, sucesión ecológica y condición del suelo, con fines de sentar bases para futuras evaluaciones, y contribuir a comprender el complejo proceso de regeneración natural en regiones tropicales, de tal modo que asista en la formulación de proyectos de restauración forestal. De esta forma, el objetivo general del presente estudio fue evaluar la regeneración natural de áreas degradadas por minería aurífera, originalmente ocupadas por bosques tropicales primarios en la Comunidad Nativa “Tres Islas”, distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios, Perú. Nos trazamos como objetivos específicos: i. Determinar la composición florística, ii. Caracterizar la estructura horizontal de la regeneración natural, iii. Evaluar la regeneración según las categorías sucesionales y según el tiempo de abandono de las áreas, y iv. Caracterizar el suelo de las áreas degradadas.

El conocimiento obtenido en este estudio permitirá guiar la adopción de prácticas adecuadas de restauración en áreas degradadas por minería aurífera tomando en cuenta su capacidad de autorecuperación.

CAPÍTULO I: MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes

Investigaciones en la Región de Madre de Dios, en relación a la composición florística y estructura de bosques son abundantes, entre los más importantes representativos tenemos:

A lo largo del eje vial de la carretera Interoceánica, José Farfán (2008), estableció fajas de muestreo de 10 x 100 m. (0.10 ha) para individuos con DAP mayores a 10 cm. y parcelas de 2 x 2 m. para regeneración natural, encontrando una composición florística de 39 familias leñosas clasificándolas en total o parcialmente como sigue: Annonaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Flacuortiaceae, Cyclanthaceae, Myristicaceae, Cecropiaceae, que representaron el 53% del total. En el Bosque de terraza baja (Btb), las especies más abundantes son: *Inga alba* (Sw) Kuntz y *Guatteria acutissima* Ruiz & Pav. cada una represento el 33.3% del total evaluado, destacando la regeneración natural de *Couratari macrosperma* A.C.Schmidt. Asimismo, el bosque aluvial inundable (Bai), tiene como árboles representativos principalmente: *Hevea guianensis* Aubl, con un porcentaje de 11.3% del total evaluado, así mismo se ha registrado buen porcentaje de regeneración natural de *Virola mollisima* (Poepp. ex A.DC.) Warb, representando el 28.6% y *Nectandra* sp, que representa el 21.4% del total evaluado. También el bosque de colina alta suave (Bcal), las especies más representativas fueron: *Guatteria acutissima* R.E.Fr., *Apeiba membranacea* Spruce ex Benth, *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, *Pourouma cecropiifolia* Mart., *Nectandra* sp., *Hevea guianensis* Aubl., *Virola mollisima* (Poepp. ex A.DC.) Warb, *Protium sagotianum* Marchand, *Inga marginata* Willd, *Pera benensis* Rusby, *Xylosma benthamii* (Tul.) Triana & Planch., en su conjunto representan 60.1% del total evaluado. La regeneración natural de especies para éste tipo de bosque ésta representada por; *Carpotroche longifolia* (Poepp.) Benth (oreja de burro), *Casearia javitensis* Kunth, *Geonoma deversa* (Poit) Kunth, *Licania* sp., *P. benensis* Rusby, *Virola mollisima* (Poepp. ex A.DC.) Warb, *Guatteria acutissima* R.E.Fr., que en su conjunto representan el 63% del total.

Específicamente, en cuanto a estudios de evaluación de regeneración natural en bosques tropicales de Madre de Dios: Pacheco (2014), evaluó fustales en un

área de muestreo de 0.5 ha distribuidas en 50 parcelas al azar de una dimensión de 10 x 10 m; el autor reportó 789 individuos distribuidos en 36 especies y 19 familias, reportando como las más importantes a *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) 36.25% y *Cecropia engleriana* Snethl. 34.35% en el repoblamiento de estas áreas, asimismo se reportó la abundancia de la familia Fabaceae (25%) aportando 9 especies, seguido por Malvaceae (13.89%) con 5 especies. Las características edáficas mostraron un suelo con textura gruesa, franco arenoso, con pocos nutrientes, muy ácido, en proceso de formación de horizontes A y B, y altos contenidos de aluminio, que condiciona el proceso de regeneración natural. Los estadios sucesionales caracterizó una predominancia de las especies pioneras 47.22% seguido por las secundarias iniciales 13.89% y secundaria tardía 5.56%, determinando que el área se encuentra inicio de sucesión pionera por la presencia de especies secundarias iniciales en mayor proporción que las secundarias tardías, que marca una etapa en la que las especies pioneras están generando las condiciones para dar paso a las iniciales y éstas a su vez a las tardías.

Investigaciones de regeneración natural en áreas degradadas por minería aurífera en Mato Grosso-Brasil, indican la dominancia de *Trema micrantha* y *Schizolobium amazonicum* como especies pioneras colonizadoras, estas especies estarían mejorando las condiciones para el establecimiento de especies de sucesión mas avanzada, destaca la importancia de la conservación de fragmentos forestales bien conservados alrededor de las áreas degradadas para la facilitación del proceso de regeneración natural (Rodrigues et al., 2004). En Minas Gerais, en un área impactada por minería de Caulín, encontró que la composición florística estaba conformada con 50 géneros y 30 familias, el mayor número de especies estuvieron en las Fabaceae (11), Annonaceae (5), Lauraceae y Melastomataceae (4). En cuanto el género que tuvo mayor número de especies fue *Machaerium* (3). En el análisis del sustrato, las condiciones edáficas revelaron que no había elementos alelopáticos que impidan el establecimiento de vegetación secundaria. Respecto las semillas, las formas de dispersión preponderante fue la Zoocoria, donde se destacó la importancia de individuos remanentes, fragmentos próximos a su fauna asociada (Araújo, Martins, Meira Neto, Lani, & Pires, 2005).

Otros tipo de actividades impactan en menor severidad la capacidad de regeneración natural, investigadores coinciden que en áreas degradadas por ganadería, agricultura y exploración forestal la regeneración natural y desarrollo de las plantas se lleva a cabo mas rápidamente que en áreas degradadas por la explotación minera (Peterson & Heemskerk, 2001; Román-Dañobeytia et al., 2015).

1.2. Revisión bibliográfica

1.2.1. Diagnostico actual de la Comunidad nativa Tres Islas:

La Comunidad Nativa-CCNN Tres Islas se encuentra ubicada al Noroeste de la ciudad de Puerto Maldonado, a la margen derecha e izquierda del río Madre de Dios, Provincia de Tambopata, Madre de Dios. Tiene como referencia geográfica 12°32'53"S 69°22'17"O.

El territorio de la CC.NN. limita por el Norte con tierras de libre disponibilidad del estado; por el sur con la CC.NN. de San Jacinto y otros predios agrícolas; por el Este con concesiones Castañeras y de otros productos de bosque (asentamientos agropecuarios: Puerto Unión y Alto Chorrillos); y por el Oeste con terrenos libres del estado.

La comunidad nativa presenta una gran diversidad de zonas ecológicas, donde alberga, una gran cantidad de flora y fauna que sirve como sustento económico y espiritual de la población. El bosque es en si la sumatoria de grandes espacios de castañales, aguajales y montes altos. Considerando que ellos, dentro de su cosmovisión son espacios o ecosistemas tienen mucha importancia para la vida de las familias, por ello su conservación es vital. Cualquier actividad a desarrollar en el territorio de dicha comunidad primero se deberá realizar, como requisito indispensable, una Evaluación de Impacto Ambiental y socioeconómico que hubiera a haber (Quispe, 2014).

La vegetación original remanente en la Comunidad de Tres Islas, consta de bosques primarios dominados por la especie de valor económico como la castaña y entre otras especies tales como la shapaja, palmiche, pona, huasai, entre otras palmeras y la misa como corteza y la fauna silvestre se alimenta principalmente de los frutos de las palmeras. La deforestación ocasionada por la minería genera la pérdida de varios ecosistemas, por la alteración del ambiente donde habitan estas

especies, ocasionando pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y contaminación por metales pesados. De acuerdo al estudio realizado las especies pre-dominantes en la CC.NN. Tres Islas son:

Maderables: tornillo, ishpingo, moena, copaiba, shihuahuaco, estoraque, azúcar huayo, pumaquiro, tahuari, zapote, quinilla, quillabordon, bolaina blanca, peine de mono, lupuna rosada, cumala, itauba, oje, lagarto caspi, pashaco blanco, mashonaste, huacapu.

No maderables: ungurahui, huasai, cetico, aguaje, shapaja, pijuayo, marona, pintana, leche leche, matapalo, renaco, remocaspi, canilla de vieja, chimicua, oreja de burro, aceituna de mono, huicungo, pona, shebon.

Medicinales: malva, sangre de grado, paico, albaca, guanábana, sauce, caña caña, sano sano, uña de gato, chanca piedra, ajosquiro copaiba, ubos, huito, jergonsacha, quina quina, pajarobobo, hipururo, bellacocaspi, corteza de castaña, capirona, renaco, renaquilla, pan de árbol, huasai, tangarana, guayaba, marañón, pan de oregano, amasisa.

Frutales: Anona, sinami, cacao del monte, huito, sachavacapapaya, anonilla, pama, granadilla, uvilla, tamborhuasca, chimicua, huevo de gato, copoazu, arazá, pomelo, huayo blanco, camucamu (Dávalos & Sanchez, 2012)

Todas estas especies integran la gran variedad y riqueza de los bosques del territorio de Tres Islas, se relacionan unas con otras, contribuyen al proceso de polinización que se realiza a través de animales e insectos y ofrecen la sombra y los nutrientes necesarios para la reproducción de la vida. (Dávalos & Sanchez, 2012)

Fauna: La riqueza de los bosques de la Comunidad nativa de Tres Islas también alberga una gran cantidad de especies de animales. Estos recursos sirven principalmente como alimento para las familias, pero una parte es destinada también a la venta, proveyéndoles ingresos económicos.

La diversidad de tipos de suelo del territorio hace posible que muchos especímenes de vida silvestre se refugien en estos espacios, dando valor agregado al territorio (Dávalos & Sanchez, 2012)

Las actividades económicas están enmarcadas en el aprovechamiento de recursos forestales maderables; la recolección de productos no maderables: la

castaña; aguaje y ungurahui. i) **castaña**.- que involucra a toda la familia la que sostiene el bienestar durante el año. Una parte de la producción de la castaña se destina a la venta en cáscara y la otra se vende pelada a lo largo del año; ii) **la madera**.- relacionada a la actividad castañera, dado que requiere de financiamiento inicial, realizada en las épocas secas y no es muy intensivo, se saca madera todo el año, solo si se necesita recursos económicos, aunque ésta CN ya cuenta con un Plan General de Manejo Forestal Maderable, siendo la extracción realizada únicamente por los comuneros; iii) **la agricultura**.- que guardan relación con el mercado y la economía de subsistencia, las chacras son unidades que se encuentran en la altura o terraza alta, que se encuentran en ambos márgenes del río Madre de Dios, principalmente en el sector Palmichal; iv) **la palmera**.- respecto a su aprovechamiento, el aguaje es una de las especies preferidas y abundantes, otra es el ungurahui, de ambas especies se obtiene la pulpa de los frutos para venderlo externamente con el objetivo de incrementar sus ingresos familiares; v) **la minería**.- en la actualidad, dentro del territorio comunal, se cuenta con 12 títulos de concesiones mineras cuyos titulares y propietarios son comuneros; vi) **la caza**.- que se realiza a lo largo del año, no obstante más frecuente en los meses de abril-mayo, también los meses de enero, febrero y marzo, durante la recolección de castaña, la carne es consumida por las familias, raro o menor grado a la venta; vii) **la pesca**.- casi extinta, no hay tradición; viii) **la ganadería**.- preferentemente en la zona del anexo Palmichal debido a la versatilidad de los suelos que permite la siembra de pastizales en terrazas altas con ondulaciones y bajío, pero a baja escala (Quispe, 2014).

El clima: “en la región de Madre de Dios, es de tipo tropical: cálido, húmedo, datos meteorológicos registrados en la ciudad de Puerto Maldonado para el año 2006 indicaron temperatura media anual de 25.63°C, fluctuando entre los 21.48°C y los 29.78°C y una precipitación total anual promedio de 1 953 mm, humedad relativa promedio de 78.64%, datos obtenidos de la Marina de Guerra del Perú”.

Características fisiográficas: Según la ZEE de Madre de Dios (GOREMAD & IIAP, 2009) en el territorio de la comunidad se encuentran los siguientes tipos de bosque:

a) Bosque húmedo de complejo de orillares: Son el conjunto de barras semilunares ubicadas en la parte convexa de los ríos; se originados por el desplazamiento del flujo máximo de agua hacia la parte cóncava de los meandros, formándose una sedimentación progresiva por la pérdida de velocidad de flujo que toma el aspecto de barras (barriales).

b) Bosque húmedo de terrazas bajas con drenaje bueno a moderado: Se desarrollan en las partes adyacentes a los ríos, la mayor parte de los ríos de la región Madre de Dios presentan estas características formas alargadas que pueden presentar algunos centenares de metros de ancho, “litológicamente constituidas por sedimentos aluviales recientes y sub-recientes, poco consolidados, de naturaleza areno limosa a arcillosa, son tierras de superficie plana con pendientes inferiores a 2 %, y altura menor a los 8 metros, presentan suelos de drenaje bueno a moderado, no son ácidos debido al aporte de bases que reciben esporádicamente cuando ocurren grandes inundaciones”.

c) Bosque húmedo de terrazas bajas con drenaje imperfecto a pobre: “Estan constituidas por superficies planas menor a 2% de pendiente, conforman el sistema de terrazas bajas inundables durante las crecientes estacionales, las geo-formas muestran una configuración alargada tiene una altura por debajo de los 4 metros que se desarrollan en forma dispersa a lo largo de los ríos, estas terrazas debido al material del que están formados están sometidas a intensa erosión lateral en la época de lluvias, constituidas por depósitos recientes de sedimentos inconsolidados limo-areno-arcillosos, por lo que generan suelos de drenaje pobre a moderado, con la presencia de un hidromorfismo fluctuante”.

d) Bosque húmedo de terrazas bajas con drenaje muy pobre: están constituidas por superficies planas-depresionadas más bajas, absorben las aguas de escorrentía superficial y el drenaje que se genera internamente en las tierras más altas próximas, generados por las lluvias o por las aguas de los ríos. “Son bosques que se inundan periódicamente en época de crecientes, su clasificación es predominante cóncava, siendo formadas por depósitos recientes de sedimentos finos a muy finos, con muy alto contenido de materia orgánica las condiciones del relieve generan una fuerte restricción en la eliminación del agua del perfil, lo que da lugar a un hidromorfismo permanente”. Se llegan a formar los aguajales con la presencia de la especie *Mauritia flexuosa*.

e) Bosque húmedo de terrazas altas con drenaje imperfecto a pobre: Este tipo de bosque presenta superficies planas a ligeramente cóncavas, el material originado, es de textura fina, con una capa de materia orgánica en diferente estado de descomposición sobre la superficie, la vegetación predominante es la especie *Mauritia flexuosa* (aguaje).

f) Bosque húmedo de terrazas altas ligeramente disectadas: Muestran un relieve plano ondulado con ligeros cortes provocados por los drenajes naturales a causa de las precipitaciones pluviales, tiene una pendiente de 2 a 8%. Están constituidas por sedimentos del Terciario (arcillitas), dando origen a suelos moderadamente profundos de textura fina.

g) Bosque húmedo de terrazas altas moderadamente disectadas: Se trata de superficies que se desarrollan entre 12-20 metros por encima del nivel de estiaje de los ríos, por lo que no son afectadas por las inundaciones estacionales. Su topografía dominante es inclinada a ondulada con 15-50% de pendiente. Las ondulaciones que presenta son producto de una moderada disección.

h) Bosque húmedo de terrazas altas ligeramente disectadas con áreas de mal drenaje: Litológicamente presenta similares características que las terrazas medias, diferenciándose puntualmente por su altitud, que está por encima de los 15 metros de altura sobre su base local. Se encuentran constituidos por sedimentos de naturaleza limo-arcillo-arenosa, poco consolidados, tiene un relieve plano con zonas de buen drenaje asociados a áreas depresionadas con drenaje muy pobre, debido al subsuelo impermeable, con pendiente inferior a 5%, en estas áreas

puntuales se presenta hidromorfismo fluctuante. La profundidad de los suelos, van desde profundos a muy profundos.

i) Bosque húmedo de colinas bajas moderadamente disectadas: Con un relieve moderadamente disectado por pequeños cauces de acción erosiva casi permanente, dando lugar en algunos casos barrancos de profundidad media y de laderas cortas. Estas formaciones están compuestas por elevaciones de terreno de cimas aplanadas con una altura entre 30 y 50 metros sobre el nivel de base local y cuyas disecciones tienen una pendiente de 25 a 50% (Quispe, 2014).

La minería en la Comunidad Tres Islas: Dávalos & Sanchez (2012) realizaron un extenso estudio de la minería en la comunidad Tres Islas, según los autores, la minería se ha incrementado a lo largo del tiempo, como ha ocurrido en la mayoría de comunidades y asociaciones que realizan esta actividad en toda la Región de Madre de Dios. El incremento de mineros migrantes y colonos en las playas de los ríos guarda relación con el alza del precio del metal precioso, así como con el aumento de la deforestación en la Región Madre de Dios. En la Comunidad Tres Islas existe un grupo reducido de comuneros que está siendo beneficiado directamente por esta actividad y otro grupo de comuneros –que son la mayoría- que carece de beneficios directos, precisamente por no haber accedido a derechos de aprovechamiento minero.

Los autores también señalan que, además, existe un grupo de aproximadamente 700 moradores que no participan en la vida institucional de la Comunidad pero que sí están relacionados con la actividad minera de manera directa o indirecta. A este grupo pertenecen los mineros invitados, que son aquellos grupos de productores que carecen de concesión, pero que se les permite trabajar en una de las concesiones de la Comunidad a cambio de un pago, que en el caso de Tres Islas es de 4 gramos de oro por semana. La cobranza la hace el comité de minería junto a algunos representantes del comité de madera y el fiscal de la Comunidad. Actualmente, en la Comunidad hay aproximadamente 80 mineros invitados, de los cuales únicamente una muy pequeña fracción ha suscrito algún acuerdo económico con la Comunidad.

El estudio de Dávalos & Sanchez (2012), reporta que la cantidad de oro extraída en un día por un grupo de mineros es de 15 a 20 gramos; el 20% del

producto está destinado al pago de los obreros, un 50% es invertido en combustible, transporte y seguridad, lo que significa que un 30% del producto total se convierte en ingresos netos para los productores que se dedican a esta actividad.

Los titulares de concesiones mineras que operan en el territorio de Tres Islas cobran a las cuadrillas un “alce” (que representa la producción total de un día de 24 horas) a la semana.

Sin embargo, es necesario mencionar que, a pesar de los acontecimientos de diciembre del 2011 relacionados con el Decreto Legislativo 1100, la actividad minera continúa normalmente, aunque los dos grifos distribuidores de combustible, ubicados cerca al puerto de Tres Islas, permanecen cerrados desde finales del 2011 (Dávalos & Sanchez, 2012).

1.2.2. Bosques Secundarios

Los bosques secundarios en los trópicos húmedos tienen diferentes definiciones, la alteración a los bosques disturbio o perturbación del ecosistema, que muchas veces son ocasionados por fenómenos naturales, atmosféricos, geológicos, fauna silvestre, y en gran parte por la actividad del hombre. Para Emrich, Pokorny, & Sepp (2000) “el bosque secundario es una secuencia de cobertura boscosa que: (i) surge después de la devastación antropogénica total (de más de 90%) de la cobertura boscosa primaria, (ii) medrando en una superficie de tal dimensión, que el cambio del microclima y las diferentes condiciones de regeneración conducen a una estructura distinta a la del bosque original, con otra composición de especies arbóreas y otra dinámica, sin haber aún alcanzado de nuevo su estado original, es decir que se diferencia claramente del estado del bosque original”. El bosque secundario se desarrolla en tierras que son abandonadas después de que el bosque primario haya sido afectada o destruida por la acción del hombre, el mismo que habita esas áreas colonizándolas ocasionando alteraciones en la vegetación original (UNESCO, FAO, & UNEP, 1978)

1.2.3. Especie

Se define como un “conjunto de individuos que se parecen en: aspecto, comportamiento, carácter y procesos químicos y en estructura genética, los organismos que se reproducen sexualmente se clasifican como miembros de la misma especie, sólo si actual o potencialmente pueden cruzarse y producir

descendencia fértil”. Cerca de 1.7 millones de especies han sido debidamente identificadas, cerca del 6% de las especies viven en latitudes boreal o polar, 59% de las especies identificadas en las zonas templadas y 35% en los trópicos.

1.2.4. 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, el estudio de la sucesión ecológica abarca un conjunto de procesos y un gran potencial para el desarrollo de programas de gestión, conservación y restauración de ecosistemas” (Finegan, 1984).

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

En las regiones tropicales calido-húmedas, la disponibilidad de propágulos regenerativos y la disponibilidad de microhabitats oportunos para el desarrollo de estos propágulos son dos elementos que actúan como controladores de la sucesión vegetal en un campo agropecuario abandonado (Uhl, 1987). En caso de “una alteración ambiental extrema, el proceso de sucesión puede detenerse, dar lugar a un ecosistema totalmente distinto al original, o bien puede no ocurrir” (Aide & Cavelier, 1994)

El proceso de sucesión involucra “patrones no estacionales, direccionales y continuos de colonizaciones y extinciones de poblaciones de especies”. Se ha encontrado que la tasa de recuperación de un “ecosistema perturbado” se relaciona directamente con el “tipo y la intensidad de la perturbación que ha sufrido, ya que esto determina el tipo de propágulos que permanecen en el sitio” (Begon, Mortimer, & Thompson, 1996).

Existen una serie de factores biológicos y ecológicos que favorecen a identificar las características básicas de cualquier proceso de sucesión vegetal: La intensidad de perturbación y su duración en el tiempo y tamaño son factores que en conjunto establecen las condiciones de sitio en el momento de iniciarse la sucesión y en las primeras fases, los propágulos que se encuentran en el suelo al momento de iniciarse la sucesión (abundancia y composición) que están dispersos en fuentes contiguas, las especies logran constituirse, crecer y desarrollarse en la zona por el efecto ocasionado por la vegetación establecida y en desarrollo, así como la competencia, tanto “intra” como “interespecífica”, y otras interacciones bióticas que se dan en un ecosistema.

1.2.5. Restauración

“La restauración ecológica es un dinamismo liberado que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre”. La restauración busca retomar un ecosistema a sus condiciones auténticas así determinar un punto de inicio para diseñar la restauración. “El ecosistema restaurado puede no recupera su condición anterior existen limitaciones y condiciones actuales que pueden emplazar su desarrollo por una trayectoria diferente, así la restauración se produce si se alcanza el estado original del sistema del que se partía un estado primigenio” (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, 2004)

1.2.6. Regeneración natural

El proceso de renovación no se desarrolla uniforme y simultáneamente, sino que ocurre en pequeños grupos en diferentes partes de un área y en tiempos diferentes. “Un bosque tropical primario se encuentra en equilibrio dinámico por los procesos que se desarrollan o generan por la presencia y cambio de luz originados por los claros generados en el bosque por diferentes factores, los claros tienen un rol o papel importante en la dinámica del bosque y son producidos por varios factores como: deslizamientos de tierra, temblores, tornados, huracanes, por la caída natural de un árbol, o por el aprovechamiento forestal” (Clark & Clark, 1987) La regeneración natural es todo un proceso se puede considerar como el agregado

de procesos mediante el cual el bosque se restablece por medios naturales, teniendo un aspecto dinámico y otro estático. “La regeneración natural de los bosques tropicales está influenciada por muchos factores, estableciéndose dos grandes grupos: los factores ambientales están referidos a la luz, agua, suelo y factores bióticos, los factores intrínsecos están más relacionados a todo lo que tenga que ver con la especie, la estructura de la población, abundancia, crecimiento y fenología”.

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

- Compartimiento B, se refiere a la masa comprendida entre 1.30 m de altura y 9.9 cm de diámetro (d).
- Compartimiento C, se refiere a la masa comprendida entre 0.3 m y 1.30 m de altura.

Otras clasificaciones establecen categorías de tamaño de la regeneración como: Latizal y Brinzal, donde latizal se refiere al comportamiento B y brinzal al comportamiento C.

1.2.7. Composición florística

La composición Florística esta determinanda por la cantidad de árboles que existen por especie y están presentes en un determinada área, tener en cuenta y conocer de qué familia proceden esos arboles y la cantidad de individuos por cada especie. “La composición florística de un bosque esta enfocada a la diversidad de especies en un ecosistema la cual se mide por su riqueza y representatividad, la composición florística representa a un bosque con todas las especies arbóreas que

están integrando un ecosistema forestal, en un análisis de composición florística lo que se hace es evaluar un listado de nombres comunes, científicos y familias botánicas” (González Luna & Narváez Jaenz, 2005).

1.2.8. Estructura horizontal

La Estructura Horizontal evalúa el comportamiento y desarrollo de los árboles individuales y especies en las áreas del bosque, la estructura se valora a través de los índices que expresan su ocurrencia, así como su importancia ecológica en el ecosistema, se utilizan las abundancias, frecuencias y dominancias, la suma de todos estos índices es relativa generando así el Índice de Valor de Importancia (IVI), se representan de manera gráfica con los histogramas de frecuencia exponiendo las especies y la proporción en que surgen en un bosque para determinar su homogeneidad. Los otros modelos matemáticos que dan a conocer de qué forma se vienen distribuyendo los individuos de una especie en el área de un bosque, lo que es conocido como patrones de distribución espacial (Lamprecht, 1990), “generan información sobre la relación de un individuo en particular y sus coespecíficos, la que puede ser empleada para propósitos de manejo y planificación silvicultural; los índices convencionales comprenden: la abundancia, frecuencia y dominancia, y como índices derivados se obtienen el IVI y el cociente de mezcla”.

Lamprecht (1990) menciona que “el grado de cobertura de las especies dominancia, es el término que se utiliza para determinar el espacio ocupado por las especies definiéndose como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo, la dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje, los valores de frecuencia, abundancia y dominancia, pueden ser calculados no sólo para las especies, sino que también, para determinados géneros, familias y formas de vida”. Asimismo, que el Índice de Valor de Importancia (IVI), de Curtis & McIntosh (1951) es el más utilizado y se calcula para cada especie, se utiliza la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. “El índice de Valor de Importancia nos permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema, la elaboración de IVI similares para las especies indicadoras, la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición,

estructuras, sitio y dinámica”. Se ordena las especies de forma decreciente con respecto a los valores obtenidos en el IVI, normalmente se ubican a las primeras 10 o 20 especies y el conjunto de especies restantes están consideradas en una sola categoría designada como especies raras u otras especies.

El Cociente de mezcla (CM), “este índice permite determinar la relación entre el número de especies y el número de individuos totales, proporcionando una idea superficial de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad del bosque, los valores obtenidos dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, para realizar el cociente de mezcla se debe comparar ecosistemas con muestreos que tengan igual intensidad” (Lamprecht, 1990).

$$\text{CM} = \text{Número de especies} / \text{Número total de individuos.}$$

1.2.9. Estadios sucesionales.

“El estudio de los estadios sucesionales es importante para determinar las fases sucesionales en un área para poder recuperar un ecosistema natural, es importante conocer que en estas etapas se encuentran una serie de potencialidades biológicas de utilidad para el ser humano, conocer que existen grupos de especies de rápido crecimiento, determinar grupos de especies que se han adaptado a diferentes condiciones extremas las mismas que con un manejo adecuado resultarían aptos de explotación” (Gómez-Pompa et al., 1976).

En selvas tropicales el comportamiento de las especies está determinanda en gran parte por la presencia de luz, definiéndose “las especies requieren de energía y luz generandose la tolerancia e intolerancia a la sombra en ecología” estos conceptos son considerados criterio básico para agrupar a las especies y comprender los procesos de sucesión que ocurren en estas zonas y como se refleja estas características para llegar a desarrollar un bosque (Finegan, 1992).

Primera fase: en las áreas abandonadas durante los primeros meses de abandono se observa que el lugar es colonizado principalmente por las especies pioneras en su mayoría herbáceas, arbustivas y también la presencia de bejucos de diferentes familias llegando a formar una comunidad baja la misma que ocupar el sitio de dos o tres años; se tiene conocimiento que las especies heliófitas

efímeras son las que se establecen rápidamente en esta fase, y el periodo que llega a durar se prolonga hasta los 10 años.

Segunda fase: corresponde a “las especies de heliófitas efímeras llega a formar una comunidad de muy baja riqueza florística que es dominada por una o pocas especies, las especies durante esta fase crecen rápidamente y forman un dosel cerrado, llegando a eliminar a las especies de la primera fase por la sombra generada”. Una vez establecidas las heliófitas durables en la zona aparecen las primeras especies esciófitas que nacen bajo la sombra de las heliófitas, esta etapa varía entre los 10 a 25 años.

Tercera fase: Después de los 25 años, “la dominancia de las heliófitas durables comerciales es evidente y el incremento en la presencia de las esciófitas en los estratos inferiores del bosque es significativo, con el deterioro de las heliófitas durables por su madurez o envejecimiento, son reemplazadas por las esciófitas que se están desarrollando simultáneamente en el dosel inferior y que inician su ascenso al dosel superior”. La duración de esta fase se prolonga más de 100 años.

1.2.10. Parcelas de Muestreo.

“El tamaño de las unidades de las parcelas de muestreo depende de diversos factores: el patrón espacial de distribución de los árboles de las especies en el bosque, las categorías de tamaño de los individuos muestreados, la riqueza y la diversidad de especies del bosque evaluado -Patrón espacial de los individuos es aleatorio, se utiliza cualquier tamaño de parcela sin que se altere la exactitud de las estimaciones.-Patrones gregarios o agrupados en las especies, es necesario incrementar el área de muestreo para disminuir los errores e identificar las escala del mismo” (Matteucci & Colma, 1982).

El tipo de parcela, depende mucho de los objetivos de las investigaciones y estudios, puede ser permanentes o temporales. Las parcelas permanentes como primer caso se utiliza para realizar generalmente muestreos rápidos de tipo exploratorio, así como inventarios de especies, la evaluación de la cobertura vegetal de un bosque específico o la situación actual en que se encuentra una regeneración natural. “Las unidades de muestreo deben considerar tres requisitos fundamentales: distinguirse claramente; las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a

medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos; la forma y tamaño, deben mantenerse tan uniforme como sea posible a lo largo del trabajo” (Matteucci & Colma, 1982). Asimismo, mencionan que las parcelas más utilizadas en diferentes estudios de vegetación son los transectos que son parcelas de forma rectangular las mismas que facilitan la evaluación de las diferentes variables para ello se camina en línea recta y debe desplazarse hacia los laterales pero sin hacer grandes distancias (Orozco & Brumer, 2002).

El uso de transectos son utilizados en estudios estructurales, especialmente en el proceso de construcción de perfiles de vegetación permite evaluar la estructura vertical del bosque. Para este tipo de estudios, “las parcelas rectangulares son el único tipo de unidad que puede facilitar la captura y evaluación de la vegetación para tal fin, las dimensiones de dichos transectos no están unificadas, dependiendo principalmente del grado de cobertura, así como de la altura y el diámetro de los árboles que constituyen el bosque”. Se pueden determinar transectos cuyas dimensiones varían de 5, 10, 15 hasta 20 m de ancho y 20, 50 hasta 100 m de largo (Melo & Vargas, 2003; Whitmore, 1991).

1.2.11. Suelos

El suelo se puede definir como la capa superior de la corteza terrestre y vincula a la capa interna de la tierra, el agua y el aire, compuesto con partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y algunos seres vivos. Si bien la estrategia de uso de suelo está orientada a su protección, no puede estar desligada a de los conceptos territoriales como soporte para el sistema biótico de un determinado ambiente (Flórez & Quispe, 2014).

Perfil del suelo.- Se distinguen tres capas u horizontes sobre la **roca madre**. La estructura del perfil del suelo se puede distinguir a través de un corte transversal, se puede observar que existen varias capas u horizontes, que se encuentran distribuidos de forma paralela a la superficie topográfica se les conoce como horizontes A, B y C. **El horizonte A**, “es la capa más superficial se identifica fácilmente por su color oscuro característico por la abundante presencia de materia orgánica (humus), también se conoce como horizonte de lixiviación o de lavado pues esta capa de materia orgánica es la más afectada por las lluvias o procesos de disolución, que arrastran sus iones hacia horizontes más profundos”. **El**

horizonte B, “conocido también horizonte de acumulación, aquí se depositan todos los iones procedentes del lavado del horizonte A, la abundante presencia de componentes minerales, que pueden ser arcillas, producto de la meteorización de la roca, como sales precipitadas: carbonato cálcico e hidróxidos de hierro”. **El horizonte C**, “esta conformado de roca, compuesto generalmente por fragmentos más o menos alterados y estructurados de ésta, por debajo del horizonte C se sitúa la roca madre (roca a partir de la cual se ha formado el suelo) sin alterar”.

Textura del suelo.- “Es la fase sólida está compuesta generalmente de partículas de naturaleza mineral, las mismas que de acuerdo al diámetro que presentan son clasificadas en fracciones de arena, limo y arcilla, además de grava gruesa, media y fina”. La proporción relativa de las fracciones de arena, limo y arcilla son las que forman la masa del suelo también llamada textura del suelo. La textura está relacionada con la composición mineral, el área superficial específica y el espacio de poros del suelo, esto afecta prácticamente a todos los factores que participan en el crecimiento de las plantas. “La textura del suelo tiene influencia sobre el movimiento y la disponibilidad de la humedad del suelo, la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la resistencia a la penetración por las raíces, también tiene influencia sobre las propiedades físicas relacionadas con la susceptibilidad del suelo a la degradación tal como la agregación” (FAO, 2000).

Capacidad de intercambio de cationes (CIC).- Es la medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies minerales y orgánicas del suelo que representa la cantidad de cationes retenidos en esas áreas. Cuando un suelo presenta alta Capacidad de intercambio cationes puede ser capaz de almacenar y retener una gran cantidad de cationes. Los nutrientes que son aplicados en el suelo que excedan en cantidad son propensos a ser lavados por el exceso de lluvia o por el agua de riego, mientras que los suelos que presentan baja CIC requieren un manejo diferente. Los factores ambientales y de suelos son los que influyen en la productividad y el manejo para la aplicación de fertilizantes, con pequeñas dosis de nutrientes aplicadas frecuentemente (FAO, 2000).

Degradación del suelo.

- Cobertura inadecuada de la superficie del suelo, que expone los agregados de la superficie del suelo a la acción de lluvias; como consecuencia ocurre el colapso estructural de estos agregados, formándose costras con espesor medio de un milímetro que reducen drásticamente la infiltración de agua (Flórez & Quispe, 2014).
- Excesiva labranza y/o labranza con humedad inadecuada: la labranza en exceso y superficial lleva a la rotura de los agregados, favoreciendo la formación de costras, escurrimiento y el transporte de partículas (erosión). La reducción de la rugosidad provocada por la labranza induce a una elevación de la velocidad del escurrimiento y a la disminución de la tasa de infiltración, aumentando los efectos erosivos por la mayor energía cinética del agua en la superficie del suelo. A su vez, la utilización de equipos inadecuados y pesados y el pasaje de maquinaria sobre el suelo cuando este presenta consistencia plástica lleva al surgimiento de capas compactadas subsuperficiales, normalmente situadas entre 10 y 30 cm de profundidad y con un espesor de 10 a 15 cm. Esas capas ofrecen fuerte resistencia a la penetración de las raíces de las plantas y restringen la capacidad de infiltración de agua y la aireación (Flórez & Quispe, 2014).
- Pérdida de la materia orgánica del suelo: “el manejo inadecuado provoca una reducción en la materia orgánica, generándose como consecuencia la alteración en su densidad, en la capacidad de retención de agua y en la estabilidad de los agregados, contribuyendo a la pérdida de calidad y estabilidad de su estructura” (Flórez & Quispe, 2014).

De acuerdo al tipo de suelo, el comportamiento de estos factores puede variar. Los suelos tropicales intensamente meteorizados, los nutrientes se encuentran concentrados en la capa superficial, las pérdidas materia orgánica y de nutrientes no son proporcionales a la profundidad (El-Swaify & Dangler, 1982). Schertz et al. (1985) menciona que existe una disminución en los contenidos de materia orgánica y de fósforo y se ha generado un aumento de cantidad de arcilla en la capa superficial del suelo (15 cm) pasando de una erosión leve a severa. Otro factor es la degradación física que provoca la reducción de

fertilidad del suelo, especialmente en el área de desarrollo radicular. Frecuentemente la capa subsuperficial remanente se caracteriza por presentar barreras al desarrollo radicular (Stocking, 1984) tales como: 1) alta densidad del suelo; 2) presencia de capas impermeables tales como "hardpans" endurecidos por sesquióxidos y capas compactadas; 3) baja capacidad de retención de agua; 4) poca profundidad del suelo remanente.

“La erosión en los suelos afecta la capacidad de retención de agua ocasionadas por las alteraciones en el contenido de materia orgánica y en el porcentaje de partículas menores (arcilla) del suelo, asimismo cuando disminuye el contenido de materia orgánica provoca alteraciones en la densidad del suelo” (FAO, 2000)

1.2.12. Minería

“La actividad minera esta referida a la obtención de minerales de forma selectiva y otros materiales a partir de la corteza terrestre, esta actividad en muchos casos implica la remoción física de grandes cantidades de tierra o de material que posee estos productos para extraer y obtener solo pequeños volúmenes del producto deseado” (Dammert & Molinelli, 2007).

La minería aurífera se desarrolla en la region Madre de Dios y en otras regiones del Perú como Loreto, Ucayali, Amazonas, Puno, Arequipa, Ica, La Libertad, Lima y Piura. En el 2001 este sector era responsable del 17% de la producción aurífera del Perú, de este porcentaje el 70% correspondía a Madre de Dios; en el 2004, la producción descendió al 9%, 14,8 tm (USGS, 2007). En Madre de Dios la actividad minera se desarrolla en las cuencas y subcuencas del río Madre de Dios, Inambari, Colorado, Tambopata y Malinowski. Inicialmente los mineros explotaban los yacimientos auríferos en suelos aluviales utilizando métodos artesanales, como lampas, canaletas y bateas, con el tiempo los métodos aplicados en la extracción de oro han ido mejorando y reemplazados por maquinarias incrementando los volúmenes extraídos, generando una rápida degradación del medio ambiente debido a la contaminación con mercurio, hidrocarburos y otros desechos, la deforestación masiva, la compactación del suelo, etc. En “la actualidad utilizan equipos pesados como dragas, arrastre y carancheras en las terrazas aluviales, luego de talar el bosque, utilizan el método de la chupadera, con la ayuda en

ocasiones de camiones y cargadores frontales o shute calculándose que operan más de 500” (Pautrat, 2001; Pautrat & Rodríguez, 2001). Aunque se autocalifiquen como “pequeña minería o minería artesanal”, las operaciones mineras en Madre de Dios utilizan grandes inversiones de capital, maquinaria pesada, y remueven enormes volúmenes de tierra y generan alta rentabilidad. Inicialmente la minería se limitaba a los ríos Madre de Dios, Malinowski medio, y Colorado, actualmente se ha ampliado hacia otras cuencas y a tributarios inclusive en las nacientes de los ríos; en los últimos dos años los mineros informales han invadido incluso lugares protegidos. “La actividad minera está tácitamente fuera de control y se está esparciendo hacia concesiones castañeras ubicadas en el río Piedras - Pariamanu, a las concesiones madereras y de turismo, centros poblados, y tierras de las comunidades nativas generando conflictos sociales y ambientales”.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

2.1. Local de estudio

El estudio se realizó en la Comunidad Nativa Tres Islas, ubicada al Noroeste de la ciudad de Puerto Maldonado, Provincia de Tambopata, Región Madre de Dios, Geográficamente la Comunidad Nativa Tres Islas se encuentra en la margen derecha e izquierda del río Madre de Dios, con coordenadas 12°32'53" latitud Sur y 69°22'17" longitud Oeste; aproximadamente a 20 km por la vía terrestre desde Puerto Maldonado.

El territorio de la comunidad comprende una extensión de 31,423.71 ha, de las cuales 7059.27 ha tiene aptitud para cultivos anuales, 1790.72 ha con aptitud para cultivos permanentes, 9552.08 ha para producción forestal, 3848.54 ha para áreas de protección, 9,173.10 ha como sesión en uso. Su perímetro total es de 135.63 km.

El territorio de la comunidad presenta una diversidad de zonas ecológicas albergando una gran cantidad de especies de flora y fauna, en las que predominan los castañales, aguajales y los bosques de terraza alta. Los recursos que se encuentran en estos bosques sirven como alimento, en algunas ocasiones estos productos son destinados para la venta proveyendo ciertos ingresos económicos para las familias asentadas en la comunidad.

La comunidad desarrolla de manera complementaria actividades tradicionales y de subsistencia como la recolección, pesca, caza y horticultura con otras actividades orientadas a la economía de mercado, entre estas la minería, la agricultura, la recolección de castaña, extracción de madera, agricultura.

En un inicio la actividad minera se realizaba en las riberas y playas del río Madre de Dios, hoy en día y con el pasar del tiempo esta actividad se ha intensificado ampliando sus operaciones en los bosques de la comunidad creando conflictos de deforestación, este problema se crea por el simple hecho que la Dirección Regional de Energía y Minas – Madre de Dios, ha otorgado concesiones y denuncias a terceros en terrenos de la comunidad hecho también repercutió en el descenso significativo de comuneros dedicados a esta actividad. La comunidad cuenta con un comité de minería quienes recolectan el oro de los mineros que trabajan al interior de la comunidad, derecho de trabajo en la comunidad.

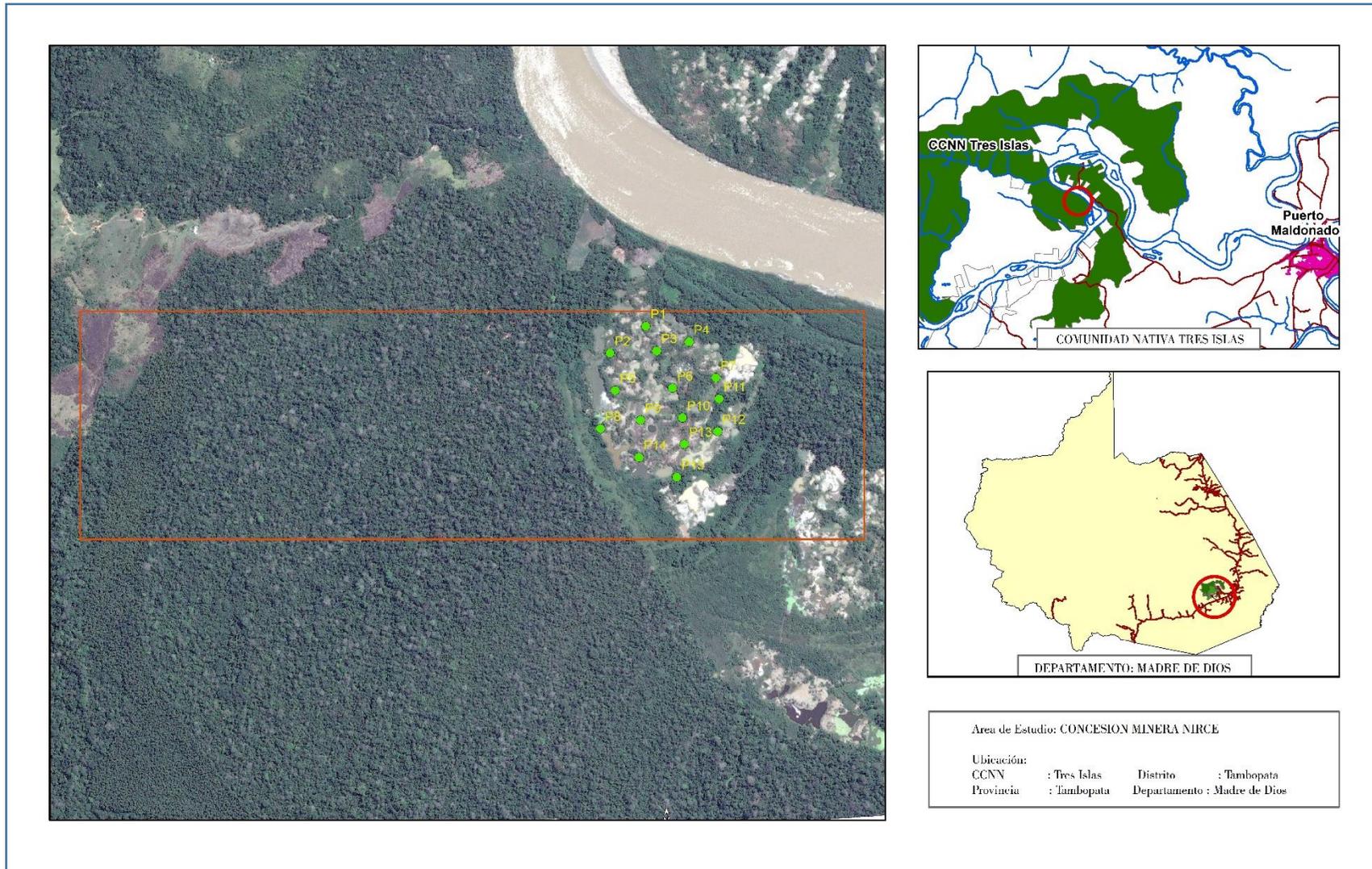


Figura 1 Localización del área de estudio, CN Tres Isla, Tambopata, Madre de Dios, Perú.

El área de estudio corresponde a la zona de vida de Bosque húmedo – Subtropical bh-s. Esta zona de vida, se ubica en el llano amazónico al Este del departamento y específicamente hacia el Sureste, comprende parte de los territorios de los distritos de Tambopata. Se ubica por debajo de 250 m.s.n.m., posee un clima húmedo – cálido, con temperatura media anual variable entre 24°C y 25°C; y precipitación pluvial entre 1,000 y 2,000 milímetros (GOREMAD & IIAP, 2009).

Las principales vías de accesibilidad son terrestre y fluvial:

Terrestre: el primer tramo es 8km. Desde la ciudad Puerto Maldonado hasta el Cruce a la Carretera de Tres Islas, es aproximadamente 8 a 10 minutos. El segundo tramo es 19Km. Desde el cruce de la carretera hasta la misma comunidad Tres Islas, es aproximadamente 28 minutos.

Fluvial: último tramo, se toma una canoa “peque-peque” desde el Puerto Tres Islas hasta la entrada de la concesión que es aproximadamente 15 minutos.

El área útil (población) abarcó 39 ha intervenidas por la actividad minera aurífera de la concesión minera “NIRCE” del señor Sergio Perea Ponce, la misma que cuenta con una superficie total de 340 ha.

Las coordenadas geográficas del área de estudio en grados sexagesimales (grados, minutos y segundos) son: 12°31'54.26", 12°32'26.82", 12°32'26.64", 12°31'54.09" latitud Sur y 69°23'51.46", 69°23'51.51", 69°25'44.17", 69°25'44.12" longitud Oeste.

2.2. Determinación del tamaño de Muestra

Para obtener el número de muestras en el estudio, se realizó un muestreo piloto o premuestreo, con el objetivo de calcular la variabilidad del bosque (coeficiente de variación); para ello se evaluaron 5 parcelas donde se registraron solo fustales obteniendo los siguientes datos:

Tabla 1: Numero de individuos y área basal de las parcelas de muestreo piloto.

| Parcela | N° Ind. | Área basal (m2/ha.) |
|---------|---------|---------------------|
| 3 | 6 | 0.0450 |
| 4 | 10 | 0.0367 |
| 6 | 7 | 0.0349 |
| 7 | 8 | 0.0256 |
| 10 | 7 | 0.0342 |
| CV | 19.95% | 19.61% |

La formula aplicada para determinar el tamaño de muestra fue el siguiente:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

CV = Se obtuvo del premuestreo de la zona de estudio (19.61%)

t = 1.96, es el valor de la distribución t de Student, con n>500 con $\alpha = 0.05$ ó 95% de confiabilidad (1- α)

E = Error porcentual (10%)

$$n = \frac{1.96^2 * 19.61^2}{10^2}$$

$$n = 14.77 \cong 15$$

Así se mostraron 15 parcelas de 250 m² (10 x 25 m) para fustales (DAP ≥ 10 cm) de forma aleatoria; la evaluación de latizales (DAP ≥ 5 cm y < 10 cm) y brinzales (Altura ≥ 0.3 m y < 1.3 m, con DAP < 5 cm) se realizó en 15 subparcelas de 5 x 5 m y 2 x 2 m respectivamente, estas subparcelas se ubicaban en los cuadrantes de 10 x 25 m. Las subparcelas se ubicaron en forma aleatoria dentro de las parcelas. En total el área mostrada para fustales, latizales y brinzales totalizaron 0.375 ha,

0.0375 ha y 0.006 ha respectivamente. Para la distribución aleatoria de las parcelas se excluyó áreas con vegetación muy fragmentada donde no se puede establecer parcelas estandarizadas de 10 x 25 m ya que sobre ocuparían el área disponible.

2.3. Determinación de la composición florística de la regeneración natural

El inventario de la regeneración natural se realizó entre los meses de octubre a diciembre de 2014 con una duración de 3 meses. Para el levantamiento de la composición florística se registraron los individuos mayores a 0.3 m de altura total, clasificadas en brinzales, latizales y fustales dentro de las parcelas de muestreo. Para la evaluación solo se consideraron árboles y arbustos, excluyendo herbáceas y lianas. La altura total y el diámetro a la altura del pecho (DAP) fueron medidos en cada individuo, paralelamente se colectó material botánico para la indentificación de la especie. El material botánico fue indentificado por observación y comparación en el Herbario Alwyn Gentry de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. La clasificación se realizó de acuerdo al sistema de clasificación de angiospermas AGP IV, basada en criterios filogenéticos; asimismo los nombres científicos fueron actualizados y estandarizados de acuerdo al Missouri Botanical Garden.

2.4. Caracterización de la Estructura horizontal y categorización sucesional de la regeneración natural

El Índice de Valor de Importancia (IVI) (Lamprecht, 1990) fue determinado para analizar la importancia relativa de cada especie, la cual se obtiene de la suma de la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa:

$$IVI = AR_i + FR_i + DR_i$$

Donde IVI: Índice de valor de importancia

AR_i: Abundancia relativa

FR_i: Frecuencia relativa

DR_i: Dominancia relativa

La Abundancia relativa se define como el número de individuos de una especie "i" respecto a la sumatoria de todos los individuos de todas las especies.

$$A_i = N_i / S$$

$$AR_i = (A_i / \sum A_i) \times 100$$

Donde: A_i : Abundancia absoluta de la especie i
 N_i : Número de individuos de la especie i
 S : Área inventariada (ha)
 AR : Abundancia relativa de la especie i
 $\sum A_i$: Sumatoria de la abundancia absoluta de todas las especies

La frecuencia relativa determina el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, respecto a la frecuencia total.

$$F_i = n_i / n$$

$$FR_i = (F_i / \sum F_i) \times 100$$

Donde: F_i : Frecuencia absoluta de la especie i
 FR_i : Frecuencia relativa de la especie i
 n_i : Número de parcelas en las que aparece la especie i
 n : Numero total de parcelas inventariadas
 $\sum F_i$: Sumatoria de la frecuencia absoluta de todas las especies.

La dominancia relativa, se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas, en bosques tropicales, este grado de cobertura se determina como la suma de las áreas basales de una determinada especie sobre el área total de estudio, en relación a la sumatoria de las dominancias de todas las especies.

$$D_i = \sum AB_i / S$$

$$DR_i = (D_i / \sum D_i) \times 100$$

Donde: D_i : Dominancia absoluta de la especie i
 $\sum AB_i$: Sumatoria de las áreas basales de la especie i
 S : Área inventariada (ha)
 DR_i : Numero total de parcelas inventariadas
 $\sum D_i$: Sumatoria de la dominancia absoluta de todas las especies.

La categorización sucesional se realizó mediante la revisión bibliográfica de estudios llevados a cabo en los bosques tropicales de la amazonía, clasificando cada especie en: pionera (P), secundaria inicial (SI) y secundaria tardía (ST), las

especies que de las que no se encontraron referencias fueron clasificadas como "Sin Clasificación" (SC), conforme a la clasificación propuesta por Gandolfi et al. (1995).

2.5. Caracterización edáfica de los suelos donde se desarrolla la vegetación

Para la toma de muestras de suelo se utilizó la metodología dada por el Laboratorio de Análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina:

Se colecto las muestras de la parte superficial del suelo (1/2 kg aproximadamente por cada muestra a una profundidad máxima de 30 cm.) Se separó las impurezas como plásticos, raíces y piedras que en estos suelos hay en gran proporción, Posteriormente, las muestras de suelos se mezclaron según la categorización por años: menor a 8 años, de 9 a 12 años y mayor a 12 años y así se obtuvo tres muestras de 1 kg, que se envió al Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para el respectivo análisis.

2.6. Determinación del índice de diversidad de Shannon e índice de similaridad de Jaccard

El análisis de diversidad fue hecho con el índice de diversidad de Shannon (H') (Magurran, 1988):

$$H' = - \sum p_i \times \ln p_i$$

Donde p_i es la abundancia relativa de la especie i , es decir la proporción de individuos de la especie i .

Se utilizó el índice de Jaccard para medir la similitud entre áreas con tiempo de abandono ≤ 8 años, 9-12 años y > 12 años, para lo cual se aplicó la fórmula:

$$I_j = \frac{c}{(a + b) - c}$$

Donde:

a: es el número de especies presentes en el área A.

b: es el número de especies presentes en el área B.

c: es el número de especies presentes en ambas áreas A y B.

Los resultados obtenidos con cualquier índice binario de similitud varían de cero (no existe similitud entre las muestras) a uno (la similitud es del 100% entre las muestras).

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Composición florística de la regeneración natural

Se registraron en total 339 individuos distribuidos en 49 especies y 25 familias. En la Tabla 2 se destaca todas las especies encontradas en la regeneración natural del área degradada para las diferentes categorías de desarrollo, siendo las especies más abundantes en general son: *Bahuinia sp.*, *Baccharis sp.* y *Cecropia engleriana* Snethl; *Bahuinia sp.* abunda sólo en la etapa de Brinzal, en cuanto que *Baccharis sp.* abunda tanto en Brinzal como en Latizal. A diferencia de estas *Cecropia engleriana* Snethl. se presenta en las tres etapas, tanto como brinzal latizal y Fustal. Otras especies con representativa abundancia son *Muntingia calabura*, *Palicourea sp* y *Vernonia scorpioides* (sólo como brinzal), *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (en las tres etapas) y *Stizophyllum sp*, *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum, y *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav (en las etapas de brinzal y latizal)

Tabla 2: Familias, especies y número de individuos encontrados en la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

| Familia | Especie | N° de individuos | | |
|----------------------|---|------------------|---------|--------|
| | | Brinzal | Latizal | Fustal |
| Annonaceae | <i>Xylopia sp.</i> | | 1 | |
| Apocynacea | <i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) | 1 | | |
| Asteraceae | <i>Baccharis sp</i> | 22 | 11 | |
| | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | 3 | 5 | |
| | <i>Vernonia scorpioides</i> | 4 | | |
| | <i>Vernonia sp</i> | 3 | | |
| Bigoniaceae | <i>Stizophyllum sp</i> | 4 | 3 | |
| Bixaceae | <i>Bixa urucurana</i> Willd | | 3 | 5 |
| Cannabaceae | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume | 2 | 3 | |
| Cecropiaceae | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | 8 | 8 | 30 |
| Euphorbiaceae | <i>Acalypha mapirensis</i> | 1 | | |
| | <i>Acalypha sp</i> | | 4 | |
| | <i>Croton lechleri</i> Müll. Arg. | | 2 | |
| Fabaceae | <i>Acacia lorentensis</i> J.F. Macbr. | 1 | | |
| | <i>Bahuinia sp</i> | 27 | | |
| | <i>Inga edulis</i> Mart. | | | 1 |
| | <i>Inga heterophylla</i> Willd. | 3 | 2 | |
| | <i>Inga marginata</i> Kunth. | | | 4 |
| | <i>Inga sp</i> | | 2 | 6 |

| | | | | |
|------------------------|--|---|----|----|
| | <i>Lonchocarpus sp</i> | 2 | | |
| | <i>Piptadenia anolidermis</i> | 1 | 3 | |
| | <i>Piptadenia sp</i> | | | 1 |
| | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | 1 | 5 | 8 |
| | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | 3 | 3 | 13 |
| Hypericaceae | <i>Vismia cayannensis</i> (Jacq.) Pers | | 2 | |
| | <i>Vismia sp.</i> | 1 | | |
| Lauraceae | <i>Ocotea sp</i> | 1 | | |
| Malvaceae | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | 1 | 4 | 5 |
| | <i>Guazuma crinita</i> Mart | | | 16 |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | | | 2 |
| | <i>Luehea sp.</i> | 3 | 1 | |
| | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | 4 | 4 | 7 |
| Melastomataceae | <i>Miconia sp</i> | 1 | 4 | |
| Moraceae | <i>Ficus insipida</i> Willd. | 1 | 3 | 6 |
| Muntingiaceae | <i>Muntingia calabura</i> | 5 | | |
| Myrtaceae | <i>Psidium guajava</i> L. | 3 | | |
| Nyctaginaceae | <i>Neea sp</i> | 2 | 4 | |
| Piperaceae | <i>Piper aduncum</i> L. | | 4 | |
| | <i>Piper heterophyllum</i> | 3 | 1 | |
| Polygonaceae | <i>Triplaris americana</i> Aubl. | | 1 | |
| Primulaceae | <i>Cybianthus sp</i> | | 1 | |
| Rubiaceae | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | 1 | 18 | |
| | <i>Palicourea sp</i> | 5 | | |
| Rutaceae | <i>Citrus paradisi</i> Macfad. | | | 1 |
| | <i>Citrus sp</i> | | 2 | 1 |
| | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | 3 | 3 | 2 |
| Salicaceae | <i>Banara sp</i> | 2 | | |
| Sapindaceae | <i>Cupania cinerea</i> | 1 | | |
| Siparunaceae | <i>Siparuna sp</i> | | 1 | |

Razonablemente, el número de especies encontradas fue mayor en la etapa de Brinzal (32 especies), seguido de Latizal (29 especies) y descendiendo notablemente en la etapa de Fustal (con tan sólo 16 especies) (Figura 2).

Algunas especies relativamente abundantes se presentaron exclusivamente en una etapa de desarrollo, tales como *Inga marginata* y *Guazuma crinita* que sólo se encontraron como fustales. Otras especies como *Bauhinia sp* (la más abundante) sólo se presentaron en la etapa inicial de Brinzales; asimismo *Calycophyllum spruceanum* se presentó casi exclusivamente como Latizal (Tabla 2).

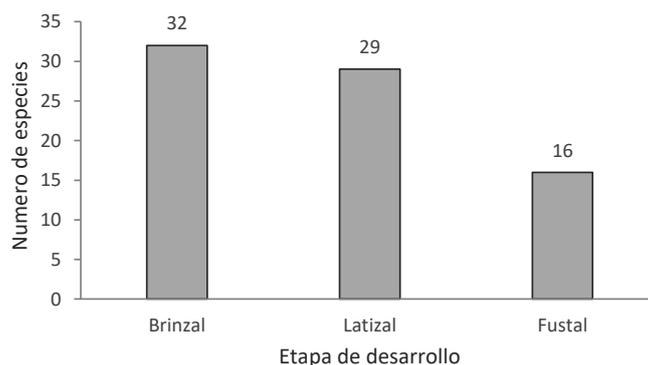


Figura 2: Numero de especies en las tres etapas de desarrollo, encontrados en la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

En el análisis de Familias, en la Figura 3, en general destacan las familias Fabaceae constituye el 25.37% de los individuos encontrados (la más abundante), Asteraceae con 14.16%, Malvaceae con 13.86% y Cecropiaceae con 13.57%. Con abundancia intermedia se presentan la familia Rubiaceae (7.08%). Las demás familias se presentan en bajos números, menor al 4% de abundancia relativa.

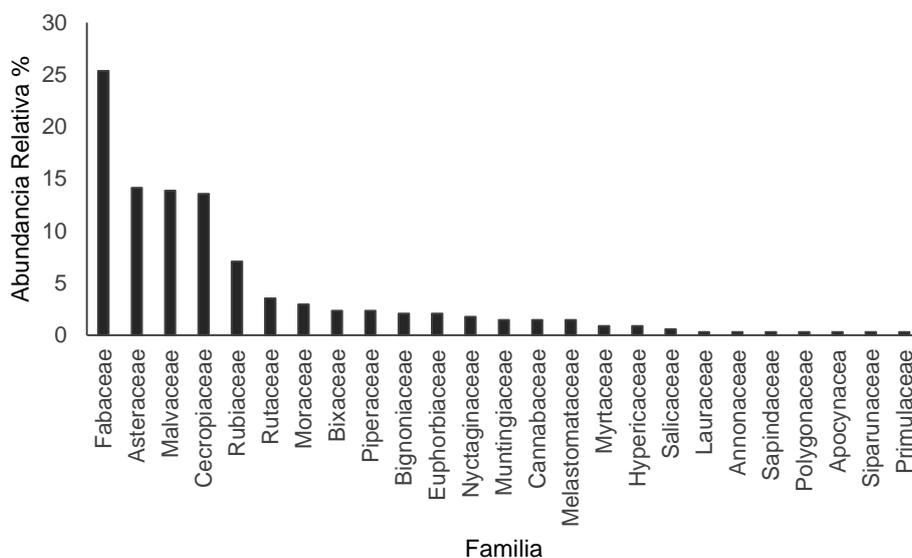


Figura 3: Abudancia Relativa de Familias, encontrados en la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

El análisis florístico mostró que la familia Fabaceae fue la mas representativa y han sido también catalogadas como las predominantes en otros estudios realizados en áreas degradadas por minería en bosques tropicales de la Amazonía (Frenedo-Soave, 2003; Pacheco, 2014; Rodrigues et al., 2004), las familias

Asteraceae y Malvaceae también son muy comunes en tierras degradadas tropicales (Frenedo-Soave, 2003; Pacheco, 2014). El género *Bauhinia* (Fabaceae) fue el más abundante sin embargo los individuos no alcanzan la etapa de latizal; géneros representativos de áreas perturbadas como *Cecropia* (Fujisaka et al., 2000; Jakovac, Bentos, Mesquita, & Williamson, 2012; Rodrigues et al., 2004) también fueron encontrados en las áreas degradadas de la Comunidad Tres Islas. Especies representativas como *Trema micrantha* en otros sitios degradados por minería aluvial aurífera en Brasil (Rodrigues et al., 2004) y áreas degradadas en Pucallpa-Perú (Fujisaka et al., 2000), no fueron abundantes en el presente estudio; en su lugar, en nuestro estudio predominaron especies del género *Baccharis* (Asteraceae) conocidas por ser arbustos invasores indicadores de perturbación (Fujisaka et al., 2000), sin embargo esta especie no es reportada como abundante en áreas degradadas por minería aluvial aurífera en el sector de Teniente Acevedo en el mismo distrito de Tambopata (Pacheco, 2014), debido a que el autor sólo registró individuos con DAP mayor a 10 cm (fustales).

El presente estudio realizado en la Comunidad de Tres Islas, reporta 49 especies repartidos en 25 familias, estos números son superiores a lo encontrado en el Sector de Teniente Acevedo con 36 especies en 19 familias (Pacheco, 2014) siendo que ambas zonas son muy semejantes en cuanto a tiempo de abandono y a su localización geográfica, es de suponerse que las diferencias son debidas al tipo y forma de datos recogidos en los inventarios, principalmente en cuanto al tamaño mínimo de individuos inventariados y a la metodología de muestro. Investigaciones del mismo tipo realizados en los bosques tropicales de Brasil, revelan resultados ligeramente mayores pero concordantes: 59 especies y 36 familias (Rodrigues et al., 2004), pudiendo en este caso afectar las diferencias de composición de los bosques ambas zonas muy distantes entre sí.

3.2. Estructura horizontal y sucesión ecológica de la regeneración natural

La abundancia absoluta y relativa para todas las especies encontradas es mostrada en la Tabla 3. De las especies registradas entre las 15 parcelas, en los diferentes estados de desarrollo, las 10 especies más abundantes son mostradas en la Figura 4. La especie más abundante es *Bauhinia* sp. (19.01%), seguido de cerca por *Baccharis* sp. (16.73%); después de estas especies abundantes, en

menor proporción se encuentra *Cecropia engleriana* (6.87%). Las demás especies con menos de 4% de abundancia son *Muntingia calabura*, *Palicourea sp.*, *Ochroma pyramidale*, *Stizophyllum sp.*, *Vernonia scorpioides*, *Calycophyllum spruceanum* y *Tessaria integrifolia*.

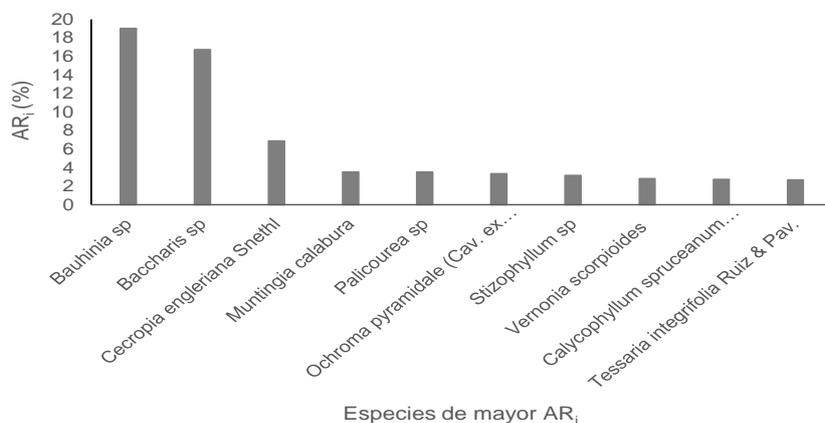


Figura 4: Ranking de las 10 Especies con mayor Abundancia Relativa encontrado en la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

En cuanto a la Dominancia nos muestra el grado de cobertura de las especies como la manifestación del espacio ocupado por ellas (Tabla 3). Destacan como especies dominantes *Ficus insípida* (15.95%) y *Cecropia engleriana* (10.13%); seguido de ellas están *Baccharis sp* (7.98%), *Guazuma crinita* (6.52%), *Senna silvestris* (5.42%), *Calycophyllum spruceanum* (5.25%), *Inga marginata* (4.44%) y *Bixa urucurana* (4.37%), las demás especies presentan menor dominancia relativa debajo de 4% (Figura 5).

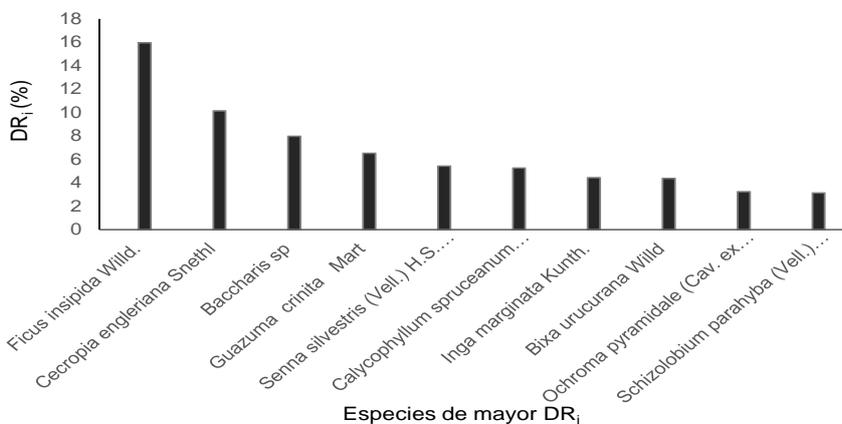


Figura 5: Ranking de las 10 Especies con mayor Dominancia Relativa encontrado en la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

Por último, la Frecuencia Relativa (FR_i) de las especies, de las 15 parcelas evaluadas, en general la mayoría de las especies se repitieron en más de una parcela (Tabla 3). Destaca *Cecropia engleriana* con FR_i de 10.83% que se repitió en el 38% de las parcelas (Frecuencia Absoluta F_i), seguido de *Ochroma pyramidale* y *Schizolobium parahyba* ambos con 6.37% que se repitieron en el 22% de las parcelas, *Ficus insipida* (5.73%) repetido en el 20% de las parcelas, *Guazuma crinita* y *Senna silvestris* con 5.10% repetidas en el 18% de las parcelas y *Stizophyllum sp* (4.46%) que se repitió en 16% de las parcelas; las demás especies fueron mucho menos frecuentes con FR_i menor de 4% y F_i menor de 15% (Figura 6).

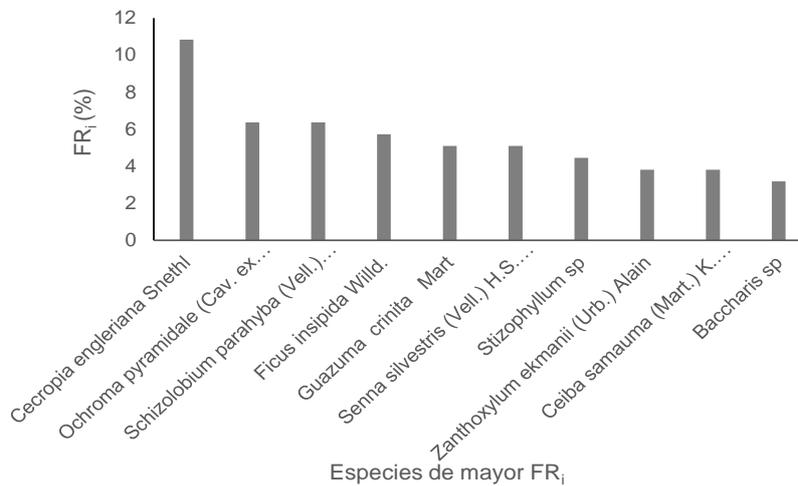


Figura 6: Ranking de las 10 Especies con mayor Frecuencia Relativa encontrado en la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

La sumatoria de los parámetros fitosociológicos reveló el **Índice de Valor de Importancia** de las especies encontradas en el área de estudio. La figura 7 muestra las 10 especies con mayor IVI, destacando frente a las demás especies, *Baccharis sp* (27.89%), *Cecropia engleriana* (27.83%), *Bauhinia sp* (23.05%) y *Ficus insípida* (22.80%). Con menor IVI pero sobresalientes, tenemos a las demás especies como *Senna silvestris* (13.11%), *Ochroma pyramidale* (12.94%), *Guazuma crinita* (11.79%), *Calycophyllum spruceanum* (11.17%) y *Schizolobium parahyba* (10.85%). La relación completa es mostrada en la Tabla 3.

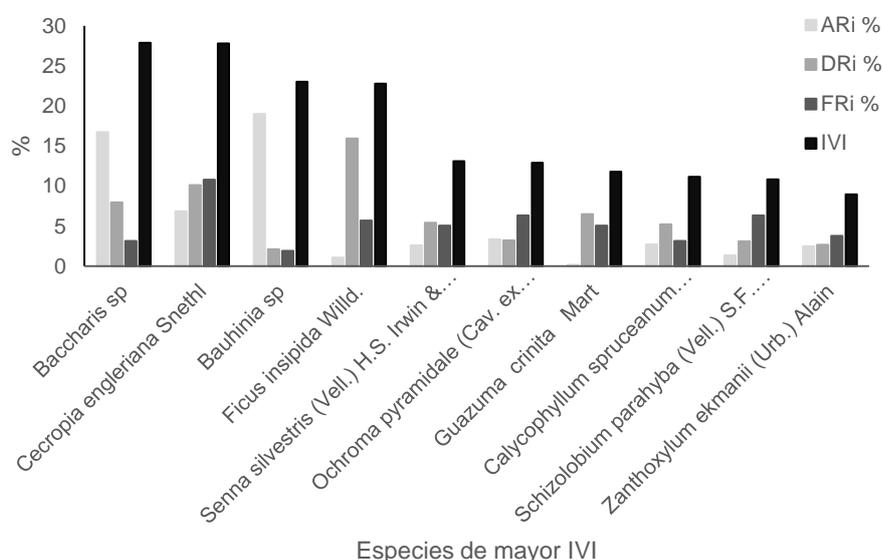


Figura 7: Ranking de las 10 Especies con mayor Índice de Valor de Importancia, encontrado en la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

Tabla 3: Abundancia Relativa en porcentaje (AR_i%), Dominancia Relativa en porcentaje (DR_i %), Frecuencia Relativa en porcentaje (FR_i%) e Índice de Valor de Importancia (IVI), de las especies de la regeneración natural del área degradada por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

| Especie | A _i | AR _i % | D _i | DR _i % | F _i | FR _i % | IVI |
|--|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-------|
| <i>Baccharis sp</i> | 3960.00 | 16.73 | 2.76 | 7.98 | 0.11 | 3.18 | 27.89 |
| <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | 1626.67 | 6.87 | 3.50 | 10.13 | 0.38 | 10.83 | 27.83 |
| <i>Bauhinia sp</i> | 4500.00 | 19.01 | 0.74 | 2.13 | 0.07 | 1.91 | 23.05 |
| <i>Ficus insipida</i> Willd. | 262.67 | 1.11 | 5.52 | 15.95 | 0.20 | 5.73 | 22.80 |
| <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | 614.67 | 2.60 | 1.87 | 5.42 | 0.18 | 5.10 | 13.11 |
| <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | 792.00 | 3.35 | 1.12 | 3.23 | 0.22 | 6.37 | 12.94 |
| <i>Guazuma crinita</i> Mart | 42.67 | 0.18 | 2.25 | 6.52 | 0.18 | 5.10 | 11.79 |
| <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | 646.67 | 2.73 | 1.82 | 5.25 | 0.11 | 3.18 | 11.17 |
| <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | 321.33 | 1.36 | 1.08 | 3.13 | 0.22 | 6.37 | 10.85 |
| <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | 585.33 | 2.47 | 0.93 | 2.70 | 0.13 | 3.82 | 8.99 |
| <i>Stizophyllum sp</i> | 746.67 | 3.15 | 0.44 | 1.27 | 0.16 | 4.46 | 8.88 |
| <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | 286.67 | 1.21 | 0.91 | 2.64 | 0.13 | 3.82 | 7.68 |
| <i>Muntingia calabura</i> | 833.33 | 3.52 | 0.91 | 2.63 | 0.02 | 0.64 | 6.79 |
| <i>Bixa urucurana</i> Willd | 93.33 | 0.39 | 1.51 | 4.37 | 0.07 | 1.91 | 6.67 |
| <i>Luehea sp.</i> | 526.67 | 2.23 | 1.07 | 3.09 | 0.04 | 1.27 | 6.59 |
| <i>Inga sp</i> | 69.33 | 0.29 | 0.86 | 2.48 | 0.11 | 3.18 | 5.96 |
| <i>Inga marginata</i> Kunth. | 10.67 | 0.05 | 1.53 | 4.44 | 0.04 | 1.27 | 5.76 |
| <i>Palicourea sp</i> | 833.33 | 3.52 | 0.48 | 1.38 | 0.02 | 0.64 | 5.54 |

| | | | | | | | |
|---|--------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | 633.33 | 2.68 | 0.48 | 1.39 | 0.04 | 1.27 | 5.34 |
| <i>Miconia</i> sp | 273.33 | 1.15 | 0.39 | 1.13 | 0.09 | 2.55 | 4.83 |
| <i>Trema micrantha</i> (L.)Blume | 413.33 | 1.75 | 0.35 | 1.02 | 0.07 | 1.91 | 4.68 |
| <i>Inga heterophylla</i> Willd. | 553.33 | 2.34 | 0.15 | 0.43 | 0.07 | 1.91 | 4.68 |
| <i>Neea</i> sp | 440.00 | 1.86 | 0.21 | 0.62 | 0.07 | 1.91 | 4.39 |
| <i>Psidium guajava</i> L. | 500.00 | 2.11 | 0.41 | 1.18 | 0.02 | 0.64 | 3.93 |
| <i>Piper heterophyllum</i> | 526.67 | 2.23 | 0.11 | 0.33 | 0.04 | 1.27 | 3.83 |
| <i>Vernonia scorpioides</i> | 666.67 | 2.82 | 0.06 | 0.18 | 0.02 | 0.64 | 3.63 |
| <i>Vernonia</i> sp | 500.00 | 2.11 | 0.03 | 0.07 | 0.04 | 1.27 | 3.46 |
| <i>Piptadenia anolidermis</i> | 246.67 | 1.04 | 0.26 | 0.76 | 0.04 | 1.27 | 3.08 |
| <i>Banara</i> sp | 333.33 | 1.41 | 0.08 | 0.23 | 0.04 | 1.27 | 2.92 |
| <i>Piper aduncum</i> L. | 106.67 | 0.45 | 0.41 | 1.19 | 0.04 | 1.27 | 2.91 |
| <i>Lonchocarpus</i> sp | 333.33 | 1.41 | 0.29 | 0.85 | 0.02 | 0.64 | 2.89 |
| <i>Citrus</i> sp | 56.00 | 0.24 | 0.25 | 0.73 | 0.04 | 1.27 | 2.24 |
| <i>Croton lechleri</i> Müll. Arg. | 53.33 | 0.23 | 0.23 | 0.66 | 0.04 | 1.27 | 2.16 |
| <i>Acalypha</i> sp | 106.67 | 0.45 | 0.32 | 0.92 | 0.02 | 0.64 | 2.01 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | 5.33 | 0.02 | 0.21 | 0.62 | 0.04 | 1.27 | 1.92 |
| <i>Vismia</i> sp. | 166.67 | 0.70 | 0.16 | 0.46 | 0.02 | 0.64 | 1.81 |
| <i>Ocotea</i> sp | 166.67 | 0.70 | 0.05 | 0.14 | 0.02 | 0.64 | 1.48 |
| <i>Cupania cinerea</i> | 166.67 | 0.70 | 0.03 | 0.10 | 0.02 | 0.64 | 1.44 |
| <i>Acalypha mapirensis</i> | 166.67 | 0.70 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.64 | 1.40 |
| <i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) | 166.67 | 0.70 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.64 | 1.40 |
| <i>Acacia loretensis</i> J.F. Macbr. | 166.67 | 0.70 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.64 | 1.38 |
| <i>Vismia cayannensis</i> (Jacq.) Pers | 53.33 | 0.23 | 0.13 | 0.37 | 0.02 | 0.64 | 1.23 |
| <i>Piptadenia</i> sp | 2.67 | 0.01 | 0.17 | 0.50 | 0.02 | 0.64 | 1.15 |
| <i>Inga edulis</i> Mart. | 2.67 | 0.01 | 0.15 | 0.44 | 0.02 | 0.64 | 1.09 |
| <i>Xylopia</i> sp. | 26.67 | 0.11 | 0.07 | 0.20 | 0.02 | 0.64 | 0.95 |
| <i>Siparuna</i> sp | 26.67 | 0.11 | 0.06 | 0.18 | 0.02 | 0.64 | 0.93 |
| <i>Cybianthus</i> sp | 26.67 | 0.11 | 0.05 | 0.16 | 0.02 | 0.64 | 0.91 |
| <i>Triplaris americana</i> Aubl. | 26.67 | 0.11 | 0.05 | 0.15 | 0.02 | 0.64 | 0.90 |
| <i>Citrus paradisi</i> Macfad. | 2.67 | 0.01 | 0.04 | 0.10 | 0.02 | 0.64 | 0.75 |

Cabe indicar que las especies *Baccharis* sp. y *Bauhinia* sp. Deben su alto IVI casi exclusivamente a su alta Abundancia Relativa (16.73% y 19.01% respectivamente), en cuanto que *Ficus insípida* debe su alto IVI principalmente a su alta Dominancia relativa (15.95%). Las demás especies del ranking tienen participación semejante de la abundancia, dominancia y frecuencia en el Índice de Valor de Importancia.

De las 49 especies encontradas en el área de estudio se determinó que 20 especies son pioneras dependientes de luz, 12 especies son de sucesión secundaria inicial que crecen en condiciones de sombreado medio o luz no muy

intensa, y 2 especies de sucesión secundaria tardía tolerantes a la sombra. No pudo determinarse la categoría sucesional de 15 especies (sin clasificación) (Figura 8A y Tabla 4).

En relación al número total de individuos presentes en el área, más del 50% de los individuos son de especies pioneras, y un considerable 30% son de especies secundarias iniciales, en cuanto que la abundancia de individuos de especies secundarias tardías es muy baja apenas 2.82%. Las especies sin clasificación representan un 17.38% del total de individuos del área (Figura 8B y Tabla 4).

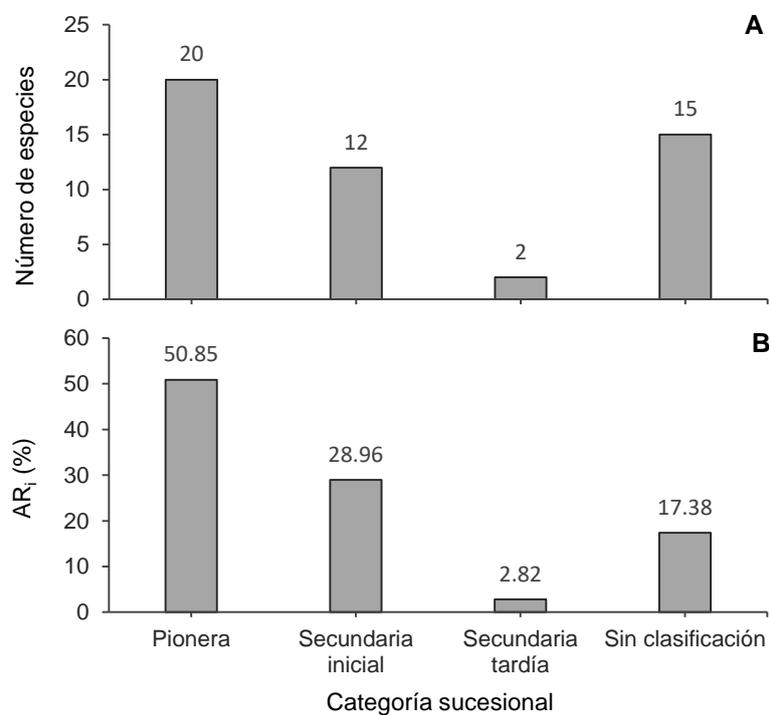


Figura 8: Número de especies (A) y abundancia relativa de individuos (B) por categoría sucesional, en áreas degradadas por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

Los estadios sucesionales encontrados indican que el bosque está en inicio de transición pionera a secundaria inicial, es decir que el área está en proceso de recuperación, generando cobertura boscosa, haciendo posible el desarrollo de las especies con menos tolerancia a la luz o en su defecto a las especies que crecen en condiciones de sombra. En tal sentido en el presente estudio las familias: Cecropiaceae (*Cecropia engleriana* Snethl), Malvaceae (*Ochroma pyramidale*),

Fabaceae (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake), Rutaceae (*Zanthoxylum ekmanii*) y Asteraceae (*Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav.) tienen mayor representatividad en cuanto a especies pioneras con mayor número de individuos.

El área se encuentra en una recuperación similar a lo encontrado por Pacheco (2014) que reporto la dominancia de especies pioneras, así como una mayor presencia de especies secundarias iniciales que secundarias tardías, lo que marca una etapa donde las especies pioneras están generando las condiciones para dar paso a las iniciales y estas a su vez a las tardías.

En general, si se toma en cuenta el tiempo de abandono de las áreas, los resultados indican una lenta recuperación de estas áreas lo cual es debido a las condiciones en que quedan después de la explotación aurífera.

Tabla 4: Especies clasificadas según el Grupo Ecológico (GE), de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, en áreas degradadas por minería aurífera aluvial de la Comunidad Tres Islas.

| Familia | Especie | Habito | GE | Revisión Bibliográfica |
|---------------|-------------------------------|---------|----|--|
| Annonaceae | <i>Xylopia sp.</i> | Árbol | SI | (W. G. Amaral et al., 2013) |
| Bixaceae | <i>Bixa urucurana</i> | Árbol | SC | |
| Cecropiaceae | <i>Cecropia engleriana</i> | Árbol | P | (Silva, Oliveira, Santos, & Paula, 2003) |
| Euphorbiaceae | <i>Acalypha mapirensis</i> | Árbusto | SC | |
| | <i>Acalypha sp.</i> | Arbusto | SC | |
| | <i>Croton lechleri</i> | Árbol | P | (Silva et al., 2003) |
| Fabaceae | <i>Piptadenia sp</i> | Árbol | SC | |
| | <i>Inga edulis</i> | Árbol | SI | (Santos et al., 2004) |
| | <i>Inga marginata</i> | Árbol | SI | (Santos et al., 2004) |
| | <i>Inga sp</i> | Árbol | SI | (Santos et al., 2004) |
| | <i>Schizolobium parahyba</i> | Árbol | P | (Costa, Nappo, Caçador, & Barros, 2010) |
| | <i>Senna silvestris</i> | Árbol | SI | (Silva et al., 2003) |
| | <i>Himatanthus sucuuba</i> | Arbol | SI | |
| | <i>Inga heterophylla</i> | Arbol | SI | (Santos et al., 2004) |
| | <i>Piptadenia anolidermis</i> | Arbol | P | (Silva et al., 2003) |
| | <i>Lonchocarpus sp</i> | Árbol | SI | (Martins & Ribeiro Rodrigues, 2002) |

| | | | | |
|-----------------|------------------------------|---------|----|---|
| | <i>Acacia loretensis</i> | Arbusto | P | (Costa et al., 2010; Martins & Ribeiro Rodrigues, 2002) |
| | <i>Bauhinia sp</i> | Arbol | SI | (Reis, 2007; Silva et al., 2003) |
| Malvaceae | <i>Ceiba samauma</i> | Árbol | SI | (Costa et al., 2010) |
| | <i>Guazuma crinita</i> | Árbol | P | (Magnago, 2013) |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Árbol | P | (Lozano Baez, 2013) |
| | <i>Luehea sp.</i> | Árbol | P | (do Prado Júnior et al., 2010; Marangon, Soares, Feliciano, & Lins e Silva Brandão, 2007) |
| | <i>Ochroma pyramidale</i> | Árbol | P | (Costa et al., 2010) |
| Moraceae | <i>Ficus insipida</i> | Árbol | SI | (Reis, 2007) |
| Rutaceae | <i>Citrus paradisi</i> | Arbol | SC | |
| | <i>Citrus sp</i> | Arbol | SC | |
| | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> | Árbol | SC | |
| Asteraceae | | | | (Martins & Ribeiro Rodrigues, 2002; Silva et al., 2003) |
| | <i>Vernonia scorpiodes</i> | Arbusto | P | (Martins & Ribeiro Rodrigues, 2002; Silva et al., 2003) |
| | <i>Vernonia sp</i> | Arbusto | P | (Martins & Ribeiro Rodrigues, 2002; Silva et al., 2003) |
| | <i>Tessaria integrifolia</i> | Arbol | P | (Pacheco, 2014) |
| | <i>Baccharis sp</i> | Arbusto | P | (Fujisaka et al., 2000; Gandolfi et al., 1995) |
| Bignoniaceae | <i>Stizophyllum sp</i> | Arbol | SC | |
| Cannabaceae | <i>Trema micrantha</i> | Árbol | P | (Costa et al., 2010; Martins & Ribeiro Rodrigues, 2002; Rodrigues et al., 2004) |
| Hypericaceae | <i>Vismia cayannensis</i> | Arbol | P | (Amaral et al., 2009) |
| | <i>Vismia sp</i> | Arbol | P | (Amaral et al., 2009) |
| Lauraceae | <i>Ocotea sp</i> | Árbol | ST | (Silva et al., 2003) |
| Melastomataceae | <i>Miconia sp</i> | Arbusto | P | (Marangon et al., 2007) |
| Myrtaceae | <i>Psidium guajava</i> | Arbol | ST | (Costa et al., 2010) |

| | | | | |
|---------------|---------------------------------|---------|----|------------------------------------|
| Muntingiaceae | <i>Muntingia calabura</i> | Arbol | P | (Borges, Carboni, & Carrara, n.d.) |
| Nyctaginaceae | <i>Neea sp</i> | Arbol | SC | |
| Piperaceae | <i>Piper aduncun</i> | Arbusto | P | (Gandolfi et al., 1995) |
| | <i>Piper heterophyllum</i> | Arbusto | SC | |
| Primulaceae | <i>Cybianthus sp.</i> | Arbusto | SI | (Amaral et al., 2009) |
| Polygonaceae | <i>Triplaris americana</i> | Árbol | SC | |
| Rubiaceae | <i>Calycophyllum spruceanum</i> | Árbol | P | (Weber & Montes, 2005) |
| | <i>Palicourea sp</i> | Arbusto | SC | |
| Salicaceae | <i>Banara sp</i> | Arbusto | SC | |
| Sapindaceae | <i>Cupania cinerea</i> | Árbol | SC | |
| Siparunaceae | <i>Siparuna sp</i> | Arbol | SC | |

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

Evaluaciones publicadas de estudios completos de la regeneración natural en áreas degradadas por minería aluvial aurífera en Madre de Dios u otras regiones tropicales de la Amazonía Peruana son inexistentes, por tanto, el presente estudio marca un primer precedente sobre la composición y estructura horizontal de la regeneración natural, así como el tiempo que toman en recuperarse estas áreas. Nuestros resultados muestran que de las 10 especies con mayor Índice de Valor de Importancia en el área estudiada 6 especies son pioneras como *Baccharis sp* y *Cecropia engleriana* (las dos primeras del ranking), por tanto en el área predominan ampliamente especies pioneras sobre las secundarias. Sin embargo la representativa abundancia de individuos de especies secundarias iniciales (Figura 8B) indicaron un claro proceso de regeneración en marcha, aunque este proceso sea mas lento en comparación con áreas degradadas en Mato Grosso-Brasil, donde a los 18 meses el área ya había sido colonizado por especies pioneras con presencia de algunas pocas especies secundarias (Rodrigues et al., 2004), la diferencia con nuestro estudio, se debe claramente al pre-tratamiento del área: mientras en las áreas de Tres Islas las capas del suelo fueron removidos, dejando hoyos y cerros de material, en Matogrosso se realizaron operaciones mecánicas de nivelación del terreno y reincorporación de la capa superficial del suelo, lo cual claramente influenció en la aceleración del proceso de regeneración natural; esto concuerda con un estudio en un área con el mismo tiempo de abandono en

Surinam, donde no se realizaron estos pre-tratamientos, ocasionando una baja tasa de recuperación natural (Arets et al., 2006).

Cecropia es indiscutiblemente un género de especies arbóreas pioneras presentes en abundancia en otras áreas degradadas por minería aluvial aurífera (Pacheco, 2014; Rodrigues et al., 2004) y en otros tipos de degradación (Jakovac et al., 2012; Mesquita, 2000; Mesquita, Ickes, Ganade, & Williamson, 2001), sin embargo llama la atención la predominancia de la especie *Baccharis sp*, la más abundante y con mayor IVI del área de estudio, la cual no es reportada por Rodrigues et al. (2004); en otra zona de Madre de Dios, Pacheco (2014) reporta esta especie como la décima especie más abundante, la baja abundancia, en comparación a nuestro estudio, puede deberse a que el autor no consideró etapas más tempranas de plantas (brinzales y latizales) como sí fue en nuestro caso. *Bauhinia sp* fue la tercer especie con mayor IVI y la más abundante (19.01%), considerada una especie en la categoría sucesional de secundaria inicial (Reis, 2007; Silva et al., 2003), sin embargo su presencia en abundancia no fue registrada en la regeneración natural de áreas degradadas de muchos estudios realizados en la amazonía (Fujisaka et al., 2000; Jakovac et al., 2012; Pacheco, 2014). En áreas de pastizales degradadas en la amazonia es destacable la colonización dominada por *Vismia* o *Cecropia* (Mesquita, 2000; Mesquita et al., 2001) así como en áreas deforestadas quemadas (Uhl, 1987; Uhl & Jordan, 1984), siendo que *Vismia* puede inhibir la regeneración de especies secundarias tardías y *Cecropia* puede facilitar o no tener efecto en ello (Mesquita et al., 2001); en nuestra área de estudio *Vismia cayennensis* y *Vismia sp* tuvieron muy bajo IVI, similar a lo encontrado en el área evaluada por Rodrigues et al. (2004), sin embargo *Cecropia engleriana* tuvo muy alto IVI ocupando el segundo lugar en nuestra área de estudio (Tabla 3); por tanto *Baccharis sp* (la especie pionera con mayor IVI) podría haber ejercido el papel de inhibidora de especies secundarias, lo que puede ayudar a explicar el bajo número de especies secundarias en nuestra área de estudio a pesar del amplio tiempo de abandono (entre 8 a 12 años como media). En Mato Grosso-Brasil la baja diversidad de especies fue explicada por la dominancia de *Trema micrantha* y *Schizolobium amazonicum* (Rodrigues et al., 2004); *Trema micrantha* tuvo muy bajo IVI en nuestra área de estudio, y *Schizolobium Parahyba* fue la novena rankeada

sin embargo tuvo muy baja abundancia y dominancia (Figura 7 y Tabla 3); la baja abundancia de estas especies de regeneración natural en áreas degradadas por minería aluvial aurífera en bosques tropicales de Madre de Dios también es reportada por Pacheco (2014), así se evidencia la similitud entre áreas de bosques tropicales próximas de Madre de Dios, y la diferencia con áreas más lejanas como el de Mato Grosso o en Venezuela (Uhl, 1987). De esta forma la colonización inicial y el proceso de sucesión ecológica en áreas degradadas por minería aurífera puede tomar diferentes caminos dependiendo de la composición original del bosque y del grado de afectación.

Investigaciones realizadas en la amazonía en áreas con otro tipo de degradación, revelan que en general la recuperación de la cobertura forestal es más rápida que en áreas degradadas por la actividad minera aurífera, por ejemplo en Surinam y Venezuela en claros de bosques a los 2-6 años, géneros como *Cecropia*, *Inga* y *Vismia* rápidamente colonizaron las áreas llegando a medir 10-12 metros de altura (Peterson & Heemskerk, 2001), asimismo el crecimiento de plantas en proyectos de recuperación de áreas degradadas es más lento en comparación con áreas con otros tipos de impacto como ganadería y agricultura (Román-Dañobeytia et al., 2015). La complejidad para la regeneración natural y reforestación de áreas degradadas por minería se basa en la extrema alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas de suelo después de la explotación minera, así como la dificultad para el crecimiento rápido de especies pioneras arbóreas en suelos de baja fertilidad (Martinez-Garza, Bongers, & Poorter, 2013; Paul, Catterall, Pollard, & Kanowski, 2010).

3.3. Índices de Diversidad y Similitud

El análisis de diversidad, mediante el índice de Shannon (H') mostro que existe una alta diversidad de especies en el área ($H' = 3.07$). La diversidad del área evaluada en nuestro estudio fue muy superior al de otras áreas en MatoGrosso-Brasil ($H' = 1.48$) con 18 meses de abandono (Rodrigues et al., 2004), pero ligeramente menor a la diversidad de un área degradada por Caulim en Minas Gerais ($H' = 4.44$) con 20 años de abandono (Araújo et al., 2005), por tanto es claro que un mayor tiempo para la regeneración natural de un área propiciará mayor

diversidad de la cobertura forestal, aumentando el número de especies (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos por especie (abundancia).

De las 15 parcelas evaluadas durante el estudio, se registraron parcelas de diferentes edades de regeneración, las mismas que fueron agrupadas en tres intervalos, parcelas menores a 8 años, parcelas mayores a 8 años y menores o igual a 12 años, y parcelas mayores a 12 años. A través de esta relación se utilizó el índice de Jaccard para comparar la similitud que existe entre los diferentes intervalos de años con relación a las especies (Tabla 5).

Tabla 5: Índice de Jaccard, entre diferentes tiempos de abandono de las áreas inventariadas degradadas por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

| | ≤8 | 9-12 | >12 |
|------|------|------|------|
| ≤8 | - | 0.39 | 0.27 |
| 9-12 | 0.39 | - | 0.24 |
| >12 | 0.27 | 0.24 | - |

Los resultados obtenidos con cualquier índice binario de similitud van de cero (no existe similitud entre las muestras) a uno (la similitud es del 100% entre las muestras).

La comparación entre áreas de **≤ 8** y **9-12** años de tiempo de abandono tiene un **0.39** de similitud que indica que no existe mucha similitud entre estas áreas con diferente tiempo de abandono, existiendo diversidad de especies entre ambas áreas; la Figura 9, muestra que las especies comunes son 15 y especies no comunes 23, entre las especies comunes presentes en ambas áreas tenemos a: *Baccharis sp*, *Cecropia engleriana*, *Ceiba samauma*, *Ficus insípida*, *Guazuma crinita*, *Inga heterophylla*, *Inga sp*, *Miconia sp*, *Neea sp*, *Ochroma pyramidale*, *Piper aduncum*, *Schizolobium parahyba*, *Senna silvestris*, *Trema micrantha* y *Zanthoxylum ekmanii*. Asimismo la comparación entre los tiempos de **≤8** y **>12** tiene **0.27** de similitud, más bajo que entre **≤8** y **9-12**, lo cual indica muy poca similitud entre las áreas abandonadas hace menos de 8 años y 9 a 12 años. Entre estas áreas las especies comunes y no comunes suman 18 y 27 especies respectivamente (Figura 9), siendo las especies presentes en ambas áreas las

siguientes: *Cecropia engleriana*, *Ficus insipida*, *Guazuma crinita*, *Inga heterophylla*, *Inga marginata*, *Inga sp*, *Miconia sp*, *Piptadenia anolidermis*, *Schizolobium parahyba* y *Stizophyllum sp*. Por último, la similitud entre áreas de **9-12 y >12** años de abandono fue de **0.24**, índice también bajo, que de igual manera indica que no existe mucha similitud entre las áreas de 9 a 12 años y las áreas con mayor a 12 años de abandono; estas áreas tienen 11 especies en común y 34 especies no comunes, las especies compartidas son: *Bahuinia sp*, *Bixa urucurana*, *Calycophyllum spruceanum*, *Cecropia engleriana*, *Ficus insipida*, *Guazuma crinita*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga heterophylla*, *Inga sp*, *Miconia sp* y *Schizolobium parahyba*.

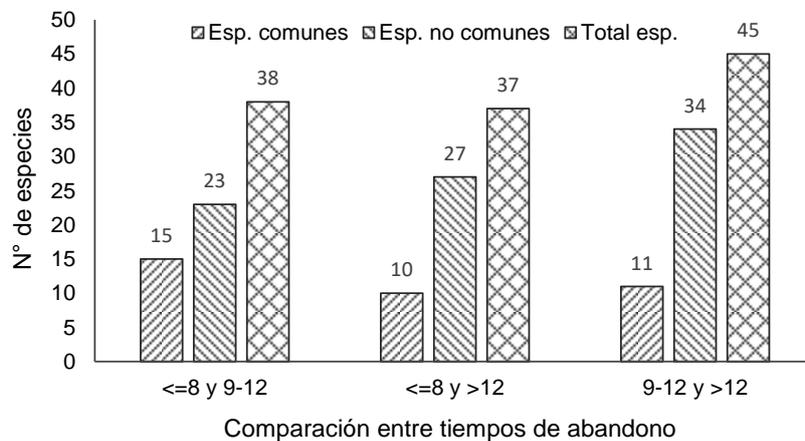


Figura 9: Número de especies comunes, no comunes y total, entre diferentes tiempos de abandono de las áreas inventariadas degradadas por minería aurífera aluvial en la Comunidad Tres Islas.

3.4. Caracterización edáfica de los suelos donde se desarrolla la vegetación

Tabla 6 - Análisis de Caracterización de Suelos (Análisis físico – químico)

| Muestras de suelo (Categorías) | pH (1:1) | C.E. (1:1) dS/m | CaCO ₃ % | M.O. % | P ppm | K ppm | Análisis Mecánico | | | Clase Textural | CIC | Cationes Cambiables | | | | | Suma de Cation es | Sum a de base s | % Sat. De Baes |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|------|---------|-------------------|------|------------------------------|------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | Ca ⁺ ₂ | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ + H ⁺ | | | |
| | | | | | | | % | % | % | | | meq/100g | | | | | | | |
| Parcelas ≤ 8 años | 5.85 | 0.14 | 0.00 | 0.18 | 5.0 | 38 | 91 | 4 | 5 | A | 4.48 | 2.92 | 0.70 | 0.14 | 0.11 | 0.10 | 3.97 | 3.87 | 86 |
| Parcelas 9-12 años | 5.47 | 0.12 | 0.00 | 0.13 | 4.5 | 54 | 87 | 8 | 5 | A.Fr | 3.52 | 2.22 | 1.00 | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 3.52 | 3.42 | 97 |
| Parcelas >12 años | 4.54 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 4.2 | 38 | 77 | 18 | 5 | A.Fr | 5.12 | 2.09 | 1.07 | 0.14 | 0.23 | 0.50 | 4.03 | 3.53 | 69 |

C.E. = Conductividad Eléctrica, CaCo3 = Calcáreo Total, M.O. = Materia Orgánica, P = Fósforo disponible, K =Potasio disponible, CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico, A.= Arena, A.Fr = Arena Franca

Tabla 7 - Parámetros para la interpretación del análisis de suelos

| Salinidad | | Materia Orgánica | Fosforo disponible | Potasio disponible | Relaciones Catiónicas | | | |
|--------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-------------|--------------|
| Clasificación del Suelo | CE (es) | Clasificación | % | ppm P | ppm K | Clasificación | K/Mg | Ca/Mg |
| * Muy ligeramente salino | < 2 | * Bajo | < 2.0 | < 7.0 | < 100 | *Normal | 0.2 - 0.3 | 5-9 |
| * Ligeramente Salino | 2 - 4 | * Medio | 2 - 4 | 7.0 - 14.0 | 100 - 240 | *defc. Mg | > 0.5 | |
| * Moderadamente salino | 4 - 8 | * Alto | > 4.0 | > 14.0 | > 240 | *defc. K | > 0.2 | |
| * Fuertemente salino | > 8 | | | | | *defc. Mg | | > 10 |

| Reacción o pH | | Clases Texturales | | | | Distribución de Cationes % | |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Clasificación del Suelos | pH | A | Fr. Ar. A | Fr. Ar. A | Fr. Ar. A | Ca⁺² | Mg⁺² |
| *Fuertemente ácido | < 5.5 | = arena | = Franco arcillo arenoso | = | = | = 60-75 | = 15-20 |
| *Moderadamente ácido | 5.6 - 6.0 | A.Fr = arena franca | Fr.Ar = Franco arcilloso | Fr.Ar.L = Franco arcilloso limoso | Ar. A = Arcilloso arenoso | K⁺ = 3-7 | Na⁺ = < 15 |
| *Ligeramente ácido | 6.1 - 6.5 | Fr. = franco | Ar. A = Arcilloso arenoso | Ar.L = Arcilloso limoso | | | |
| *Neutro | 6.6 - 7.0 | Fr.L = franco limoso | Ar. = Arcilloso | | | | |
| *Ligeramente alcalino | 7.1 - 7.8 | L. = limoso | | | | | |
| *Moderadamente alcalino | 7.9 - 8.4 | | | | | | |
| *Fuertemente alcalino | > 8.5 | | | | | | |

Los resultados del análisis de las muestras de suelo categorizados por “años de abandono”, determino que el pH de las parcelas menores o iguales de 8 años son “muy ácidos” y las parcelas entre los rangos de 9 años hasta 12 años y mayores de 12 años son “ácidos”, esto indica que los suelos son desfavorables para el buen desarrollo radicular, existiendo poca actividad microbiana. La capacidad regenerativa en estos suelos se puede optimizar, eligiendo el tipo de abono adecuado teniendo en cuenta que estas áreas han sido impactadas por la actividad humana específicamente la minería, alterando la estructura del suelo con poca presencia de materia orgánica, perdiendo los nutrientes favorables para el desarrollo de las especies.

El análisis de la Conectividad eléctrica (C.E.) indica que es “No Salino”, para las tres categorías (parcelas \leq 8 años, parcelas de 9-12 años y parcelas $>$ 12 años) debido a que por la clase textural del suelo existe una fácil lixiviación de las sales, en otras palabras, existen poca presencia del sodio, calcio, magnesio y potasio.

El resultado en Materia orgánica (M.O.) según el tipo de textura arenosa en las 03 muestras categorizadas y analizadas es “muy bajo”, lo cual indica que existe poco material vegetal disponible para una buena reserva de elementos nutritivos para las plantas, también indica que existe probabilidades que el suelo tenga tendencia a erosionar, aunque exista una buena aireación del suelo la capacidad de retención del agua es muy baja. Es por ello que cabe mencionar que las muestras de las parcelas menores a 8 años, tiene un buen porcentaje de regeneración natural de especies distintas, a pesar de los pocos nutrientes hallados.

En cuanto al resultado del P, según el tipo de textura arenosa de las 03 muestras es “bajo”, la baja cantidad de materia orgánica desfavorece la asimilación del fosforo (el P en el suelo es de gran importancia para el desarrollo de las plantas, sobre todo en la floración y fructificación y con ello la cantidad de los frutos y las semillas). Por tanto, los suelos del área degradada no favorecen un adecuado crecimiento de las plantas.

El resultado de K, se relaciona con la textura de suelo, siendo las muestras analizadas de tipo arena y arena franco, los parámetros indican que el resultado para las 03 muestras es “muy bajo”; el potasio así como el nitrógeno y el fosforo,

es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, siendo que su deficiencia causa la reducción del área foliar y de la asimilación, así como cambios en la asignación de los compuestos foto-asimilados y reducción de la biomasa (Battie-Laclau et al., 2013, 2014).

En cuanto a los resultados de la Capacidad total de Cambio (cantidad máxima de cationes intercambiables que pueda retener el suelo) los resultados indican que en las 03 muestras categorizadas existe en general relaciones catiónicas deficientes.

Estos resultados confirman lo reportado también en otras investigaciones en suelos degradados por la actividad minera (Pacheco, 2014; Román-Dañobeytia et al., 2015). Según lo afirmado por Roman-Dañobeytia et al. (2015), Martinez-Garza et al. (2013) y Paul et al. (2010) la severa degradación del suelo ocasionado por este tipo de actividad genera una grave alteración de las características del suelo y por tanto una baja fertilidad, que se ve reflejado en la lentitud del proceso de regeneración natural en este tipo de áreas degradadas.

CONCLUSIONES

- Las áreas degradadas por minería aluvial aurífera en la Comunidad de Tres Islas, registran 49 especies distribuidos en 25 familias, las familias más abundantes fueron Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae y Cecropiaceae. La mayoría de las especies comprendieron etapas de brinzal y latizal.
- El estudio colabora en la investigación, con la identificación de especies pioneras, de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona, pueden establecerse parcelas experimentales que coadyuven a la regeneración de la zona afectada por la actividad minera, logrando que se realice en menos tiempo.
- El estudio ratifica la hipótesis de la “regeneración natural” en un área impactada por la actividad minera, teniendo un registro de especies de interés seleccionadas adecuadas a la zona exclusivamente para la restauración de suelos degradados.
- Los suelos desnudos después de la actividad minera tardan mucho tiempo en recuperarse, la investigación contribuye como una alternativa en menor tiempo para desarrollar parcelas experimentales con especies seleccionadas e identificadas que coadyuven en el proceso de regeneración mejorando la retención de humedad, nutrientes y microorganismos en el suelo que fue impactado por la actividad minera, la investigación también clarifica la importancia de contar con un se puede realizar un estudio para una clasificación de fertilizantes de alta calidad que mejorará el ecosistema amazónico.
- Las especies más abundantes fueron *Bahuinia sp*, *Baccharis sp* y *Cecropia engleriana*, siendo que Bauhinia y Baccharis concentraron juntas más del 35% de todos los individuos; Cecropia tuvo 6.87% de abundancia, las demás especies registran menos de 4%. Similarmente las especies más frecuentes fueron *Cecropia engleriana*, *Ochroma pyramidale*, *Schizolobium parahyba*, *Ficus insípida*, *Guazuma crinita*, *Senna silvestris*, *Stizophyllum sp*, *Zanthoxylum ekmani*, *Ceiba samauma* y *Baccharis sp*, con poca diferencia entre ellos excepto *Cecropia engleriana* cuya frecuencia fue considerablemente superior (10.83%). Las especies más dominantes en cuanto al espacio ocupado, fueron *Ficus insípida*, *Cecropia engleriana*, *Baccharis sp*, *Guazuma crinita*, *Senna Silvestris*, *Calycophyllum spruceanum*, *Inga marginata*, *Bixa urucuna*, *Ochroma pyramidale*

y *Schizolobium parahyba*, sobresaliendo notablemente *Ficus insípida* debido a individuos con gran diámetro.

- El índice de Valor de Importancia mostró como especies más importantes de la regeneración natural a *Baccharis sp*, *Cecropia engleriana*, *Bauhinia sp* y *Ficus insípida*, considerablemente más importantes que las demás especies. *Bauhinia sp* debe su importancia principalmente a su gran abundancia de individuos, mientras que *Ficus insípida* fue importante debido principalmente a su gran dominancia en el área. *Cecropia engleriana* es una especie que está en abundancia, muy frecuente y con gran dominancia en el área.
- El área tiene una alta diversidad de especies, a pesar de su estado de degradación, debido principalmente al largo tiempo de proceso de regeneración en que se encuentra (8 a 12 años en media). La similitud entre el tiempo de abandono de las áreas es baja (entre 0.24 a 0.39) por tanto la composición de especies entre las áreas con diferente tiempo de abandono es heterogénea.
- El área se encuentra en un proceso de regeneración de transición de estadio pionera a estadio secundaria inicial, las especies pioneras están empezando a dar espacio a la aparición cada vez mayor de especies secundarias iniciales. Las especies con mayor IVI en el área son especies pioneras como *Baccharis sp* y *Cecropia engleriana*, seguida de especies secundarias iniciales como *Bauhinia sp* y *Ficus insípida*, pero en general las especies pioneras suman un total de 20 frente a 12 especies secundarias iniciales y apenas 2 especies secundarias tardías. Similarmente del total de individuos mas de la mitad son de especies pioneras, y una tercera parte de especies secundarias iniciales; las secundarias tardías tienen poco menos de 3% de individuos.
- Los suelos de estas áreas degradadas en proceso de recuperación, se caracterizan por ser suelos moderadamente y fuertemente ácidos, además de ser muy pobres en nutrientes como P y K y Materia orgánica, son de textura arena y arena franca, con lo cual no existe buena capacidad de retención de agua promoviendo la rápida lixiviación de nutrientes. Las características de estos suelos muestran la extrema alteración del suelo que genera la actividad minera aurífera, lo cual ocasiona un lento proceso de regeneración natural, comparada

con áreas degradadas por ganadería, agricultura o explotación forestal donde la recuperación es más rápida.

- En síntesis, a pesar del estado de degradación a que fueron sometidas, las áreas degradadas de Tres Islas se encuentran en proceso de regeneración de la cubierta forestal; después de 8 a 12 años de cierre de mina de estas áreas, existe gran cantidad de especies pioneras que están facilitando la aparición de especies secundarias iniciales, con una alta diversidad de especies. Es de esperarse que gradualmente los suelos vayan recuperándose y la cubierta forestal aumente para facilitar el ingreso de especies secundarias tardías y así el área entre en un proceso de transición hacia la etapa clímax.

.

RECOMENDACIONES

- Resultaría muy interesante para el avance científico, realizar una nueva evaluación de estas mismas áreas pasado unos años, para conocer la velocidad y dinámica de la regeneración, con fines de estimar la cantidad de años que tomará su recuperación.
- Se recomienda seguir realizando con las investigaciones, y precisar la información según el tipo de suelo y clasificarlas haciendo una evaluación de registro de especies con respecto al tipo de suelo.
- Se recomienda para futuras investigaciones, contar con estudios avanzados en la identificación de metales pesados, el tipo y los grados de concentración, para obtener una información exacta.
- Para próximas investigaciones, se recomienda conocer con buena exactitud el tiempo de abandono de áreas degradadas y clasificarlas en clases de menor amplitud de años, con la finalidad de realizar mejores comparaciones entre el tiempo de regeneración y obtener información importante sobre la dinámica de la regeneración.
- Se recomienda realizar estudios evaluando la influencia de la distancia de las áreas hacia los remanentes forestales, con la finalidad de conocer la importancia que ejercen los fragmentos forestales en la regeneración natural.
- Para fines de recuperación de áreas degradadas por minería aluvial aurífera, es importante considerar la nivelación del terreno y la reincorporación del suelo en los hoyos, ya que se comprobó que estas actividades aceleran notablemente el proceso de regeneración natural.

BIBLIOGRAFIA

- Aide, T. M., & Cavelier, J. (1994). Barriers to Lowland Tropical Forest Restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology*, 2(4), 219–229. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.1994.tb00054.x>
- Alvarez-Berrios, N. L., & Mitchell Aide, T. (2015). Global demand for gold is another threat for tropical forests. *Environmental Research Letters*, 10(1), 14006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/1/014006>
- Amaral, W. G., Pereira, I. M., Machado, E. L. M., Oliveira, P. A., Dias, L. G., Mucida, D. P., & Amaral, C. S. (2013). Relação das espécies colonizadoras com as características do substrato em áreas degradadas na serra do Espinhaço meridional. *Bioscience Journal*, 29(5), 1696–1707.
- Amaral, D. D. do, Vieira, I. C. G., Almeida, S. S. de, Salomão, R. de P., Silva, A. S. L. da, & Jardim, M. A. G. (2009). Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, 4(3), 231–289. Retrieved from http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-81142009000300002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
- Araújo, F. S. de, Martins, S. V., Meira Neto, J. A. A., Lani, J. L., & Pires, I. E. (2005). Florística da vegetação arbustivo - arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, 29(6), 983–992. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600018>
- Arets, E. J. M. M., van der Meer, P. J., van den Brink, N. W., Tjon, K., Atmopawiro, V. P., & Ouboter, P. E. (2006). Assessment of the impacts of gold mining on soil and vegetation in Brownsberg Nature Park, Suriname. *Alterra-rapport;1359*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/32302>
- Battie-Laclau, P., Laclau, J. P., Beri, C., Mietton, L., Muniz, M. R. A., Arenque, B. C., ... Nouvellon, Y. (2014). Photosynthetic and anatomical responses of *Eucalyptus grandis* leaves to potassium and sodium supply in a field experiment. *Plant, Cell and Environment*, 37(1), 70–81. <https://doi.org/10.1111/pce.12131>
- Battie-Laclau, P., Laclau, J. P., Piccolo, M. de C., Arenque, B. C., Beri, C., Mietton,

- L., ... Bouillet, J. P. (2013). Influence of potassium and sodium nutrition on leaf area components in *Eucalyptus grandis* trees. *Plant and Soil*, 371(1–2), 19–35. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1663-7>
- Bazzaz, F. (1996). *Plants in changing environments: Linking physiological, population, and community ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Begon, M., Mortimer, M., & Thompson, D. J. (1996). *Population Ecology: A Unified Study of Animals and Plants* (Third Edit). Wiley-Blackwell.
- Borges, M. G., Carboni, M., & Carrara, J. A. (n.d.). Levantamento Florístico de um Trecho da Floresta Ribeirinha Urbana do Rio Jaú , Município de Jaú / SP.
- Clark, D. A., & Clark, D. B. (1987). Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *RevBioTrop*, 35, Suppl1(February 2016), 41–54.
- Costa, M. do P., Nappo, M. E., Caçador, F. R. D., & Barros, H. H. D. de. (2010). Avaliação do processo de reabilitação de um trecho de floresta ciliar na bacia do rio Itapemirim - ES. *Revista Árvore*, 34(5), 835–851. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500009>
- Curtis, J., & McIntosh, R. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496.
- Dammert, A. L., & Molinelli, F. A. (2007). *Panorama de la Minería en el Perú*. Lima, Perú. Retrieved from http://cendoc.esan.edu.pe/fulltext/e-documents/osinergmin/PANORAMA_MINERIA_PERU.pdf
- Dávalos, H., & Sanchez, J. (2012). *Diagnóstico socio-económico de la Comunidad Nativa Shipibo - Ese Eja Tres Islas*. Puerto Maldonado.
- do Amaral, D. D., Vieira, I., Almeida, S. S. de, Salomão, R. de P., Silva, A. S. L. da, & Jardim, M. A. G. (2009). Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 4(3), 231–289.
- do Prado Júnior, J. A., do Vale, V. S., de Oliveira, A. P., Gusson, A. E., dias Neto, O. C., de Faria Lopes, S., & Ivan, S. (2010). Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da fazenda irara, uberlândia, mg. *Bioscience Journal*, 26(4), 638–647.
- El-Swaify, S., & Dangler, E. (1982). Rainfall erosion in the tropics: A state-of-the-art.

- Soil Erosion and Conservation in*. Retrieved from <https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/abstracts/asaspecialpubli/soilerosionandc/1>
- Emrich, A., Pokorny, B., & Sepp, C. (2000). *Importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo*. ECO- Society for socio-ecological. (Vol. FTWF-18s).
- FAO. (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO.
- Finegan. (1992). *Bases ecológicas para la silvicultura*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Finegan, B. (1984). Forest succession. *Nature*, 311(8), 109–114. <https://doi.org/10.1038/312109a0>
- Flórez, A. G., & Quispe, I. G. (2014). *Estrategia de Uso de Suelos de la Comunidad Nativa Tres Islas*. Puerto Maldonado.
- Frenedoza-Soave, R. D. C. (2003). Phytosociological studies on natural establishment of vegetation in an unreclaimed limestone mining. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(2), 259–269. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132003000200018>
- Fujisaka, S., Fujisaka, S., Escobar, G., Escobar, G., Veneklaas, E. J., & Veneklaas, E. J. (2000). Weedy elds and forests: interactions between land use and the composition of plant communities in the Peruvian Amazon. *Environment*, 78, 175–186.
- Gandolfi, S., Leitão Filho, H. F., & Bezerra, C. L. F. (1995). Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 55(4), 753–767. Retrieved from <http://www.lcb.esalq.usp.br/publications/articles/1995/1995rbbv55n4p753-767.pdf>
- Gómez-Pompa, A., Vázquez-Yanes, C., Gómez-Pompa, A., Vázquez-Yanes, C., del Amo, S., & Butanda-Cervera, A. (1976). Estudios sobre sucesión secundaria en los trópicos cálido-húmedos: el ciclo de vida de las especies

- secundarias. *Regeneración de Selvas*. Ed. Continental, México, DF, México, 559–592. article.
- González Luna, H. M., & Narváez Jaenz, S. E. (2005, December). *Diagnóstico del bosque de Galería de la Hacienda Las Mercedes, Managua* (phdthesis). Universidad Nacional Agraria, UNA. Retrieved from <http://repositorio.una.edu.ni/1071/>
- GOREMAD, & IIAP. (2009). *Propuesta de Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Madre de Dios*. Puerto Maldonado.
- Grubb, P. J. (1985). Plant Populations and Vegetation in Relation to Habitat, Disturbance and Competition: Problems of Generalization. In J. White (Ed.), *The Population Structure of Vegetation* (pp. 595–621). inbook, Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5500-4_25
- Jakovac, A. C. C., Bentos, T. V, Mesquita, R. C. G., & Williamson, G. B. (2012). Age and light effects on seedling growth in two alternative secondary successions in central Amazonia. *Plant Ecology & Diversity*, (April 2013), 1–10. <https://doi.org/10.1080/17550874.2012.716088>
- Jose Farfán, M. A. (2008). *Caracterización ecológica de la vegetación forestal de la carretera interoceánica tramo tres- Madre de Dios*. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- Joshi, N., Mitchard, E. T., Woo, N., Torres, J., Moll-Rocek, J., Ehammer, A., ... Fensholt, R. (2015). Mapping dynamics of deforestation and forest degradation in tropical forests using radar satellite data. *Environmental Research Letters*, 10(3), 34014. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034014>
- Lamb, D., Erskine, P. D., & Parrotta, J. A. (2005). Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science*, 310(5754), 1628 LP-1632. JOUR. Retrieved from <http://science.sciencemag.org/content/310/5754/1628.abstract>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos : los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas ; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. BOOK, Eschborn: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- Lozano Baez, S. E. (2013) : Restauración de la cobertura vegetal en área

- previamente afectadas por la minería aluvial de oro en el Nordeste de Antioquia, Colombia, Pontificie Universidad Javeriana - Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Carrera de Ecología, Escuela de Restauración Ecológica (ERE) 42 p.
- Magnago, L. F. S. (2013). Forest fragmentation on tree communities, functional diversity and carbon storage in a Brazilian Atlantic Rain Forest, 124.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Marangon, L. C., Soares, J. J., Feliciano, A. L. P., & Lins e Silva Brandão, C. F. (2007). Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. *Cerne*, 13(2), 208–221.
- Martinez-Garza, C., Bongers, F., & Poorter, L. (2013). Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures? *Forest Ecology and Management*, 303, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.03.046>
- Martins, S. V., & Ribeiro Rodrigues, R. (2002). Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, 163(1), 51–62. <https://doi.org/10.1023/A:1020395519430>
- Matteucci, S., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Matteucci/publication/44553298_Metodologa_para_el_estudio_de_la_vegetacin__por_Silvia_D._Matteucci_y_Ada_Colma/links/553a55fd0cf245bdd763f4ab.pdf
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. *Universidad Del Tolima. Ibagué, Colombia*, 235 il. Retrieved from [http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/evalucaion de ecosistemas boscosos Rafael vargas y Omar mel.pdf](http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/evalucaion%20de%20ecosistemas%20boscosos%20Rafael%20vargas%20y%20Omar%20mel.pdf)
- Mesquita, R. D. C. G. (2000). Management of advanced regeneration in secondary forests of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 130(1–3), 131–140. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00174-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00174-7)
- Mesquita, R. D. C. G., Ickes, K., Ganade, G., & Williamson, G. B. (2001).

- Alternative sucesional pathways in the amazon basin. *Journal of Ecology*, 89, 528–537. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2001.00583.x>
- Orozco, L., & Brumer, C. (2002). Medición y cálculo de bosque. *Inventario Forestal Para Bosques Latifoliados En América Central. Serie Técnica (CATIE) N, 50*, 35–68. JOUR.
- Pacheco, D. E. V. (2014). *Composición florística de la regeneración natural colonizadora de un área degradada por minería aurífera en el Sector Teniente Acevedo- Tambopata- Madre de Dios*. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- Paul, M., Catterall, C. P., Pollard, P. C., & Kanowski, J. (2010). Does soil variation between rainforest, pasture and different reforestation pathways affect the early growth of rainforest pioneer species? *Forest Ecology and Management*, 260(3), 370–377. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.04.029>
- Pautrat, L. (2001). *Análisis de amenazas y oportunidades para la conservación de la biodiversidad de la zona de conectividad ríos Manu-Tambopata*. Puerto Maldonado: Unpublished report of the Sociedad Peruana de Eco-desarrollo.
- Pautrat, L., & Rodríguez, L. O. (2001). Caracterización preliminar de la explotación aurífera en el departamento de Madre de Dios y su influencia en la biodiversidad. In *El Manu y otras experiencias de investigación y manejo de bosques neotropicales* (pp. 110–128). Lima: Proyecto Aprovechamiento y Manejo Sostenible de la Reserva de Biosfera y Parque Nacional del Manu (PRO-MANU).
- Peterson, G., & Heemskerk, M. (2001). Deforestation and forest regeneration following small-scale gold mining in the Amazon: the case of Suriname. *Environmental Conservation*, 28(2), 117–126. <https://doi.org/10.1017/S0376892901000121>
- Quispe, I. G. (2014). *Zonificación del territorio de la Comunidad Nativa Tres Islas, Madre de Dios*.
- Reis, H. (2007). *Sucessionais De Fragmentos Nativos*. Universidade Federal de Lavras.
- Rodrigues, R. R., Martins, S. V., & De Barros, L. C. (2004). Tropical Rain Forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil.

- Forest Ecology and Management*, 190(2–3), 323–333.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.10.023>
- Román-Dañobeytia, F., Huayllani, M., Michi, A., Ibarra, F., Loayza-Muro, R., Vázquez, T., ... García, M. (2015). Reforestation with four native tree species after abandoned gold mining in the Peruvian Amazon. *Ecological Engineering*, 85, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.075>
- Santos, J. H. D. S., Ferreira, R. L. C., Silva, J. A. A. Da, Souza, A. L. De, Santos, E. D. S., & Meunier, I. M. J. (2004). Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. *Revista Árvore*, 28(3), 387–396. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000300010>
- Schertz, D. L., Moldenhauer, W. C., Franzmeier, D. P., & Sinclair, H. R. J. (1985). Field evaluation of the effect of soil erosion on crop productivity. In *National symposium on erosion and soil productivity, Hyatt Regency New Orleans, New Orleans, Lo. (USA), 10-11 Dec 1984*. American Society of Agricultural Engineers. Retrieved from http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8630987#.WBunlWwqY_8.mendeley
- Silva, A. F. Da, Oliveira, R. V. De, Santos, N. R. L., & Paula, A. De. (2003). Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. *Revista Árvore*, 27(3), 311–319. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000300006>
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. (2004). *The SER International primer on ecological restoration. Ecological Restoration*. Tucson, Arizona. <https://doi.org/S34>
- Stocking, M. (1984). Rates of erosion and sediment yield in the African environment. In *Challenges in African Hydrology and Water Resources. Harare Symposium Proceedings, Publication* (Vol. 144, p. 285). CONF.
- Uhl, C. (1987). Factors Controlling Succession Following Slash-and-Burn Agriculture in Amazonia. *Journal of Ecology*, 75(2), 377–407. <https://doi.org/10.2307/2260425>
- Uhl, C., & Jordan, C. F. (1984). Succession and Nutrient Dynamics Following Forest Cutting and Burning in Amazonia. *Ecology*, 65(5), 1476–1490.

<https://doi.org/10.2307/1939128>

UNESCO, FAO, & UNEP. (1978). *Tropical forest ecosystems : a state-of-knowledge report / prepared by Unesco, UNEP, FAO*. book, Unesco Paris.

USGS. (2007). Gold Statistics and Information. Retrieved October 3, 2016, from <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gold/#pubs>

Weber, J. C., & Montes, C. S. (2005). Variation and correlations among stem growth and wood traits of *Calycophyllum spruceanum* Benth. from the Peruvian Amazon. *Silvae Genetica*, 54(1), 31–41.

Whitmore, T. C. H. M. W. T. C. G. P. A. (1991). Tropical rain forest dynamics and its implications for management Rain forest regeneration and management. Parthenon.

ANEXOS

ANEXOS REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Anexo 01



Figura 1: Impactos generados por la actividad minera en la CCNN Tres Islas.



Figura 2: Áreas abandonadas por la actividad, desde 02 a más años.



Figura 3: Formación de cochas generados por la actividad minera.



Figura 4: Áreas abandonadas entre las edades de 02 a 04 años.



Figura 5: Áreas abandonadas entre las edades de 06 a 08 años



Figura 6: Áreas abandonadas entre las edades de 08 a 10 años



Figura 7: Áreas abandonadas desde 12 años a más.

ANEXO 02



Figura 8: Ubicación de áreas abandonadas y Georreferenciación de las parcelas a instalar



Figura 9: Demarcación de las áreas e instalación de las parcelas.



Figura 10: Codificación de las parcelas

ANEXO 03



Figura 11: Inventario y codificación de las especies registradas en las parcelas de la Concesión minera” NIRCE” – CCNN Tres Islas.

ANEXO 04



Figura 12: *Miconia* sp. (MELASTOMATACEAE)



Figura 13: *Muntingia calabura*. (MUTINGIACEAE)



Figura 14: *Luehea* sp. (MALVACEAE)



Figura 15: *Inga heterophylla*. (FABACEAE)



Figura 16: *Lonchocarpus* sp.
(FABACEAE)



Figura 17: *Piper heterophyllum*
(PIPERACEAE)



Figura 18: *Vismia* sp.
(HYPERICACEAE)



Figura 19: *Piptadenia* (FABACEAE)



Figura 20: *Trema micrantha*
(CANNABACEAE)



Figura 21: *Triplaris americana*
(POLYGONACEAE)



Figura 22: *Siparuna* sp.
(SIPARUNACEAE)



Figura 23: *Tessaria integrifolia*
(ASTERACEAE)



Figura 24: *Ochroma pyramidale*
(MALVACEAE)



Figura 25: *Vernonia scorpioides* (ASTERACEAE)



Figura 26: *Palicourea* sp
(RUBIACEAE)



Figura 27: *Bauhinia* sp
(FABACEAE)



Figura 28: *Himatanthus sucuuba* (APOCYNACEA)



Figura 29: *Cupania cinerea* (SAPINDACEAE)



Figura 30: *Piper aduncum* L. (PIPERACEAE)



Figura 31: *Ceiba samauma* (MALVACEAE)



Figura 32: *Cecropia engleriana* (CECROPIACEAE)

Anexo 05: REGISTRO DE DATOS DE CAMPO.

| N° de parcela | Especie | Familia | DAP (cm) | H (m) | Estado de desarrollo | Tiempo de abandono |
|---------------|---|-----------------|----------|-------|----------------------|--------------------|
| 1 | <i>Psidium guajava</i> L. | Myrtaceae | 3.8 | 0.5 | Brinzal | <=8 |
| 1 | <i>Psidium guajava</i> L. | Myrtaceae | 3.2 | 0.5 | Brinzal | <=8 |
| 1 | <i>Psidium guajava</i> L. | Myrtaceae | 2.5 | 0.4 | Brinzal | <=8 |
| 1 | <i>Piper aduncum</i> L. | Piperaceae | 7.6 | 1.2 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Piper aduncum</i> L. | Piperaceae | 5.4 | 1.0 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 6.7 | 3.0 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 5.7 | 2.8 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 4.5 | 1.9 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 5.7 | 2.5 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Trema micrantha</i> (L.)Blume | Cannabaceae | 1.6 | 2.3 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Trema micrantha</i> (L.)Blume | Cannabaceae | 1.6 | 2.3 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Neea</i> sp | Nyctaginaceae | 2.5 | 0.4 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Neea</i> sp | Nyctaginaceae | 2.2 | 0.4 | Latizal | <=8 |
| 1 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 10.5 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 1 | <i>Inga</i> sp | Fabaceae | 9.5 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 1 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 11.8 | 6.0 | Fustal | <=8 |
| 1 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 13.4 | 8.0 | Fustal | <=8 |
| 1 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 9.5 | 3.0 | Fustal | <=8 |
| 2 | <i>Luehea</i> sp. | Malvaceae | 6.0 | 0.0 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Vernonia</i> sp | Asteraceae | 0.5 | 0.0 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Vernonia</i> sp | Asteraceae | 0.3 | 0.0 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Luehea</i> sp. | Malvaceae | 4.5 | 0.0 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Luehea</i> sp. | Malvaceae | 4.5 | 0.0 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) | Apocynacea | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Piptadenia anolidermis</i> | Fabaceae | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Inga heterophylla</i> Willd. | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Stizophyllum</i> sp | Bignoniaceae | 1.0 | 0.3 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Inga heterophylla</i> Willd. | Fabaceae | 0.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Ocotea</i> sp | Lauraceae | 1.9 | 0.3 | Brinzal | >12 |
| 2 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 5.4 | 2.0 | Latizal | >12 |
| 2 | <i>Vismia cayannensis</i> (Jacq.) Pers | Hypericaceae | 5.3 | 2.0 | Latizal | >12 |
| 2 | <i>Miconia</i> sp | Melastomataceae | 4.9 | 2.2 | Latizal | >12 |
| 2 | <i>Luehea</i> sp. | Malvaceae | 5.7 | 3.0 | Latizal | >12 |
| 2 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 6.0 | 5.0 | Latizal | >12 |
| 2 | <i>Vismia cayannensis</i> (Jacq.) Pers | Hypericaceae | 5.7 | 5.0 | Latizal | >12 |
| 2 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 93.9 | 20.0 | Fustal | >12 |
| 2 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 39.8 | 16.0 | Fustal | >12 |
| 2 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 33.4 | 15.0 | Fustal | >12 |
| 2 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 26.7 | 11.0 | Fustal | >12 |
| 2 | <i>Inga</i> sp | Fabaceae | 37.6 | 9.0 | Fustal | >12 |
| 2 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 24.5 | 9.0 | Fustal | >12 |

| | | | | | | |
|---|---|-----------------|------|------|---------|------|
| 3 | <i>Miconia sp</i> | Melastomataceae | 3.2 | 2.5 | Brinzal | 9-12 |
| 3 | <i>Piper heterophyllum</i> | Piperaceae | 0.8 | 0.2 | Brinzal | 9-12 |
| 3 | <i>Inga heterophylla</i> Willd. | Fabaceae | 0.6 | 0.1 | Brinzal | 9-12 |
| 3 | <i>Piper heterophyllum</i> | Piperaceae | 1.6 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 3 | <i>Piper heterophyllum</i> | Piperaceae | 1.3 | 0.3 | Brinzal | 9-12 |
| 3 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 7.3 | 6.0 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 4.5 | 2.0 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Miconia sp</i> | Melastomataceae | 5.1 | 2.5 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Croton lechleri</i> Müll. Arg. | Euphorbiaceae | 9.2 | 4.0 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Piper aduncum</i> L. | Piperaceae | 5.4 | 3.0 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Piper aduncum</i> L. | Piperaceae | 8.9 | 4.0 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Miconia sp</i> | Melastomataceae | 5.3 | 2.8 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 6.0 | 5.0 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 3.5 | 0.6 | Latizal | 9-12 |
| 3 | <i>Inga sp</i> | Fabaceae | 25.5 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 3 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 11.8 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 3 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 27.4 | 11.0 | Fustal | 9-12 |
| 3 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 32.5 | 9.0 | Fustal | 9-12 |
| 3 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 11.8 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 3 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 11.8 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Neea sp</i> | Nyctaginaceae | 1.8 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 4 | <i>Neea sp</i> | Nyctaginaceae | 1.6 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 4 | <i>Trema micrantha</i> (L.)Blume | Cannabaceae | 2.2 | 1.5 | Brinzal | 9-12 |
| 4 | <i>Banara sp</i> | Salicaceae | 1.6 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 4 | <i>Trema micrantha</i> (L.)Blume | Cannabaceae | 4.1 | 1.2 | Brinzal | 9-12 |
| 4 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 4.5 | 1.5 | Brinzal | 9-12 |
| 4 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 7.3 | 4.0 | Latizal | 9-12 |
| 4 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 8.6 | 4.5 | Latizal | 9-12 |
| 4 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 8.9 | 2.1 | Latizal | 9-12 |
| 4 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 9.5 | 2.0 | Latizal | 9-12 |
| 4 | <i>Trema micrantha</i> (L.)Blume | Cannabaceae | 5.1 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 4 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 6.0 | 1.8 | Latizal | 9-12 |
| 4 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 23.2 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Inga sp</i> | Fabaceae | 18.1 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Inga sp</i> | Fabaceae | 26.1 | 5.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Inga sp</i> | Fabaceae | 9.9 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 28.0 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 22.6 | 9.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 18.8 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 28.3 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 4 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 10.2 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 2.5 | 2.0 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Banara sp</i> | Salicaceae | 1.9 | 1.2 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 2.2 | 1.5 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 3.5 | 1.3 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 2.2 | 1.3 | Brinzal | 9-12 |

| | | | | | | |
|---|--|---------------|------|------|---------|------|
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 1.9 | 1.3 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 1.6 | 1.0 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 1.9 | 1.2 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 2.5 | 1.3 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Palicourea</i> sp | Rubiaceae | 1.6 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Palicourea</i> sp | Rubiaceae | 2.9 | 1.2 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Palicourea</i> sp | Rubiaceae | 2.5 | 0.9 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Palicourea</i> sp | Rubiaceae | 3.2 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Palicourea</i> sp | Rubiaceae | 3.0 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Acalypha mapirensis</i> | Euphorbiaceae | 1.3 | 1.0 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 1.3 | 0.9 | Brinzal | 9-12 |
| 5 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 4.9 | 3.0 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 5.3 | 3.5 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 5.4 | 2.5 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Croton lechleri</i> Müll. Arg. | Euphorbiaceae | 4.9 | 5.0 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Xylopia</i> sp. | Annonaceae | 5.7 | 3.0 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 7.3 | 5.5 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 4.8 | 3.5 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Cybianthus</i> sp | Primulaceae | 5.1 | 3.5 | Latizal | 9-12 |
| 5 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 36.0 | 9.0 | Fustal | 9-12 |
| 5 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 14.3 | 4.0 | Fustal | 9-12 |
| 5 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 15.0 | 5.0 | Fustal | 9-12 |
| 5 | <i>Piptadenia</i> sp | Fabaceae | 28.6 | 12.0 | Fustal | 9-12 |
| 5 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 22.3 | 10.0 | Fustal | 9-12 |
| 6 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 2.9 | 1.3 | Brinzal | <=8 |
| 6 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 3.8 | 0.4 | Brinzal | <=8 |
| 6 | <i>Vismia</i> sp. | Hypericaceae | 3.5 | 0.5 | Brinzal | <=8 |
| 6 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 35.3 | 7.0 | Fustal | <=8 |
| 6 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 24.5 | 8.0 | Fustal | <=8 |
| 6 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 12.7 | 6.0 | Fustal | <=8 |
| 6 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 17.5 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 6 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 17.8 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 6 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 16.6 | 3.0 | Fustal | <=8 |
| 6 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 14.3 | 6.0 | Fustal | <=8 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 1.6 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 2.5 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 2.2 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 2.2 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 2.9 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 3.5 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 2.5 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 4.1 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Lonchocarpus</i> sp | Fabaceae | 3.5 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Muntingia calabura</i> | Muntingiaceae | 2.9 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 3.8 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Muntingia calabura</i> | Muntingiaceae | 3.5 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |

| | | | | | | |
|---|--|---------------|------|-----|---------|------|
| 7 | <i>Muntingia calabura</i> | Muntingiaceae | 4.5 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Muntingia calabura</i> | Muntingiaceae | 3.8 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Muntingia calabura</i> | Muntingiaceae | 3.8 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 4.5 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 4.8 | 0.9 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Lonchocarpus</i> sp | Fabaceae | 3.2 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 2.5 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 2.9 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 3.2 | 0.6 | Brinzal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 4.6 | 0.9 | Latizal | 9-12 |
| 7 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 4.8 | 1.1 | Latizal | 9-12 |
| 7 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 5.7 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 7 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.0 | 1.5 | Latizal | 9-12 |
| 7 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 7.3 | 1.8 | Latizal | 9-12 |
| 7 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 12.7 | 5.0 | Fustal | 9-12 |
| 7 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 13.4 | 5.0 | Fustal | 9-12 |
| 7 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 36.9 | 9.0 | Fustal | 9-12 |
| 7 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 11.1 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 7 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 14.0 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 7 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 15.9 | 9.0 | Fustal | 9-12 |
| 7 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 12.1 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 7 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 13.7 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis</i> sp | Asteraceae | 3.2 | 0.5 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 4.6 | 0.6 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 5.1 | 0.6 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 5.4 | 1.2 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 4.9 | 0.9 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Triplaris americana</i> Aubl. | Polygonaceae | 4.9 | 1.1 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 5.7 | 0.8 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.0 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.0 | 0.9 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.4 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 5.4 | 0.9 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.7 | 0.9 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 8.0 | 0.9 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 7.3 | 0.8 | Latizal | 9-12 |

| | | | | | | |
|----|--|--------------|------|------|---------|------|
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.7 | 0.8 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.0 | 0.8 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 4.5 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 4.1 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 4.5 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 4.9 | 1.1 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 4.9 | 1.2 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 4.7 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 5.1 | 1.3 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 4.9 | 1.1 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 6.5 | 1.3 | Latizal | 9-12 |
| 8 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 11.5 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 15.9 | 10.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 11.1 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 11.1 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 11.1 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 11.1 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 23.9 | 12.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 14.3 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 15.0 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 12.7 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 15.9 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 10.8 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 12.4 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 8 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 11.8 | 10.0 | Fustal | 9-12 |
| 9 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 2.5 | 0.5 | Brinzal | 9-12 |
| 9 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 2.2 | 0.4 | Brinzal | 9-12 |
| 9 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 3.5 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 9 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 3.2 | 0.7 | Brinzal | 9-12 |
| 9 | <i>Acacia lorentensis</i> J.F. Macbr | Fabaceae | 1.0 | 0.2 | Brinzal | 9-12 |
| 9 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 2.9 | 0.3 | Brinzal | 9-12 |
| 9 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 29.9 | 7.0 | Fustal | 9-12 |
| 9 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 31.2 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 9 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 28.3 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 10 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 1.3 | 0.2 | Brinzal | 9-12 |
| 10 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 2.5 | 0.4 | Brinzal | 9-12 |
| 10 | <i>Bauhinia sp</i> | Fabaceae | 1.6 | 0.3 | Brinzal | 9-12 |
| 10 | <i>Piper heterophyllum</i> | Piperaceae | 4.9 | 0.7 | Latizal | 9-12 |
| 10 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 4.5 | 0.7 | Latizal | 9-12 |
| 10 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 5.7 | 0.7 | Latizal | 9-12 |
| 10 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 6.7 | 0.8 | Latizal | 9-12 |
| 10 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 5.4 | 1.0 | Latizal | 9-12 |
| 10 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 5.4 | 0.7 | Latizal | 9-12 |
| 10 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 27.1 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 10 | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Malvaceae | 29.6 | 6.0 | Fustal | 9-12 |

| | | | | | | |
|----|--|--------------|------|------|---------|------|
| 10 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 17.5 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 10 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 15.6 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 10 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 13.7 | 6.0 | Fustal | 9-12 |
| 10 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 22.9 | 9.0 | Fustal | 9-12 |
| 10 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 13.4 | 8.0 | Fustal | 9-12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 2.5 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 2.5 | 0.2 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.3 | 0.2 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.2 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.6 | 0.2 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 0.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 0.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 0.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 0.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 2.2 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 0.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 11 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 26.7 | 11.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Inga marginata</i> Kunth. | Fabaceae | 66.8 | 6.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 35.0 | 12.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 25.8 | 12.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Inga marginata</i> Kunth. | Fabaceae | 13.7 | 4.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Inga marginata</i> Kunth. | Fabaceae | 18.1 | 4.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 19.4 | 11.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 15.9 | 9.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Malvaceae | 12.1 | 4.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 14.3 | 7.0 | Fustal | >12 |
| 11 | <i>Inga edulis</i> Mart. | Fabaceae | 27.1 | 5.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Cupania cinerea</i> | Sapindaceae | 1.6 | 0.2 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Bauhinia</i> sp | Fabaceae | 2.9 | 0.2 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Vernonia</i> sp | Asteraceae | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Vernonia scorpioides</i> | Asteraceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Vernonia scorpioides</i> | Asteraceae | 1.0 | 0.1 | Brinzal | >12 |

| | | | | | | |
|----|--|--------------|-------|------|---------|-----|
| 12 | <i>Vernonia scorpioides</i> | Asteraceae | 1.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Vernonia scorpioides</i> | Asteraceae | 0.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 1.3 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 2.2 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 1.6 | 0.1 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Stizophyllum sp</i> | Bignoniaceae | 2.9 | 0.2 | Brinzal | >12 |
| 12 | <i>Stizophyllum sp</i> | Bignoniaceae | 5.1 | 0.8 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.0 | 1.1 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 6.7 | 1.2 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. | Rubiaceae | 8.9 | 2.0 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Citrus sp</i> | Rutaceae | 6.7 | 1.8 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 5.4 | 1.5 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 6.0 | 1.4 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 5.1 | 1.5 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 6.7 | 0.9 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Asteraceae | 6.0 | 1.2 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Citrus sp</i> | Rutaceae | 8.0 | 1.0 | Latizal | >12 |
| 12 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 101.9 | 22.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 57.3 | 9.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 10.2 | 4.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 14.3 | 3.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 38.2 | 10.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Bixa urucurana</i> Willd | Bixaceae | 66.8 | 12.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Citrus paradisi</i> Macfad. | Rutaceae | 13.1 | 3.0 | Fustal | >12 |
| 12 | <i>Citrus sp</i> | Rutaceae | 11.1 | 5.0 | Fustal | >12 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 2.5 | 0.4 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Stizophyllum sp</i> | Bignoniaceae | 2.2 | 0.5 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 3.5 | 0.7 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 2.9 | 0.7 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 2.9 | 0.8 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 3.5 | 0.9 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 2.2 | 0.8 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 2.5 | 0.8 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Baccharis sp</i> | Asteraceae | 3.2 | 0.9 | Brinzal | <=8 |
| 13 | <i>Stizophyllum sp</i> | Bignoniaceae | 5.1 | 0.9 | Latizal | <=8 |
| 13 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 8.3 | 2.4 | Latizal | <=8 |
| 13 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 7.6 | 2.0 | Latizal | <=8 |
| 13 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 6.0 | 1.3 | Latizal | <=8 |
| 13 | <i>Inga sp</i> | Fabaceae | 5.1 | 0.9 | Latizal | <=8 |
| 13 | <i>Inga sp</i> | Fabaceae | 7.6 | 1.1 | Latizal | <=8 |
| 13 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 10.5 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 13 | <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. | Malvaceae | 13.4 | 3.0 | Fustal | <=8 |
| 13 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 13.4 | 4.0 | Fustal | <=8 |
| 13 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 12.1 | 5.0 | Fustal | <=8 |

| | | | | | | |
|----|--|-----------------|------|-----|---------|-----|
| 13 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 9.5 | 4.0 | Fustal | <=8 |
| 13 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 10.2 | 6.0 | Fustal | <=8 |
| 14 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 3.5 | 0.8 | Brinzal | <=8 |
| 14 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 2.9 | 0.9 | Brinzal | <=8 |
| 14 | <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. | Malvaceae | 4.5 | 0.8 | Brinzal | <=8 |
| 14 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 6.0 | 1.2 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Siparuna</i> sp | Siparunaceae | 5.4 | 1.0 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Acalypha</i> sp | Euphorbiaceae | 5.4 | 1.2 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Acalypha</i> sp | Euphorbiaceae | 6.0 | 1.3 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Acalypha</i> sp | Euphorbiaceae | 7.3 | 1.5 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Acalypha</i> sp | Euphorbiaceae | 5.7 | 1.2 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Neea</i> sp | Nyctaginaceae | 5.1 | 1.0 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Neea</i> sp | Nyctaginaceae | 5.4 | 0.9 | Latizal | <=8 |
| 14 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 20.4 | 6.0 | Fustal | <=8 |
| 14 | <i>Inga marginata</i> Kunth. | Fabaceae | 48.4 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 14 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 14.6 | 7.0 | Fustal | <=8 |
| 14 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 10.5 | 4.0 | Fustal | <=8 |
| 14 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 11.1 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 14 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 13.7 | 4.0 | Fustal | <=8 |
| 14 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 12.7 | 4.0 | Fustal | <=8 |
| 15 | <i>Stizophyllum</i> sp | Bignoniaceae | 2.5 | 0.3 | Brinzal | <=8 |
| 15 | <i>Inga heterophylla</i> Willd. | Fabaceae | 5.1 | 1.5 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Inga heterophylla</i> Willd. | Fabaceae | 6.0 | 1.5 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Stizophyllum</i> sp | Bignoniaceae | 5.4 | 1.8 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Miconia</i> sp | Melastomataceae | 6.7 | 2.0 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Piptadenia anolidermis</i> | Fabaceae | 7.3 | 1.3 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Piptadenia anolidermis</i> | Fabaceae | 6.0 | 1.3 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Piptadenia anolidermis</i> | Fabaceae | 5.1 | 0.9 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake | Fabaceae | 8.6 | 2.5 | Latizal | <=8 |
| 15 | <i>Ficus insipida</i> Willd. | Moraceae | 33.4 | 8.0 | Fustal | <=8 |
| 15 | <i>Guazuma crinita</i> Mart | Malvaceae | 29.9 | 8.0 | Fustal | <=8 |
| 15 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 14.6 | 6.0 | Fustal | <=8 |
| 15 | <i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain | Rutaceae | 10.5 | 5.0 | Fustal | <=8 |
| 15 | <i>Cecropia engleriana</i> Snethl | Cecropiaceae | 24.5 | 8.0 | Fustal | <=8 |
| 15 | <i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby | Fabaceae | 29.3 | 7.0 | Fustal | <=8 |

Anexo 06: Certificado de análisis de Suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : LAURA RAMÍREZ CHÁVEZ
 Departamento : MADRE DE DIOS
 Distrito :
 Referencia : H.R. 50042-059C-15

Bolt.: 12119

Provincia : TAMBOPATA
 Predio :
 Fecha : 10/06/15

| Lab | Número de Muestra Claves | pH (1:1) | C.E. (1:1) dS/m | CaCO ₃ % | M.O. % | P ppm | K ppm | Análisis Mecánico | | | Clase Textural | CIC | Cationes Cambiables | | | | | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|------|----------------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|-----------|--------------|-------------------|------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | | | | | | Arena % | Limo % | Arcilla % | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ + H ⁺ | | | |
| 6495 | Parcela - < 8 años | 5.85 | 0.14 | 0.00 | 0.18 | 5.0 | 38 | 91 | 4 | 5 | A. | 4.48 | 2.92 | 0.70 | 0.14 | 0.11 | 0.10 | 3.97 | 3.87 | 86 |
| 6496 | Parcela - ≥ 9 años hasta 12 años | 5.47 | 0.12 | 0.00 | 0.13 | 4.5 | 54 | 87 | 8 | 5 | A.Fr. | 3.52 | 2.22 | 1.00 | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 3.52 | 3.42 | 97 |
| 6497 | Parcela - > 12 años | 4.54 | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 4.2 | 38 | 77 | 18 | 5 | A.Fr. | 5.12 | 2.09 | 1.07 | 0.14 | 0.23 | 0.50 | 4.03 | 3.53 | 69 |

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Sady García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOCH₃)N; pH 7.0
10. Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH₃ - COONH₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al⁺³+ H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl, Co₃=, HCO₃=, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

| Salinidad | | Materia Orgánica | Fósforo disponible | Potasio disponible | Relaciones Catiónicas | | | |
|-------------------------|--------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------|-----------|-------|
| Clasificación del Suelo | CE(es) | CLASIFICACIÓN | % | ppm P | ppm K | Clasificación | K/Mg | Ca/Mg |
| *muy ligeramente salino | <2 | *bajo | <2.0 | <7.0 | <100 | *Normal | 0.2 - 0.3 | 5 - 9 |
| *ligeramente salino | 2 - 4 | *medio | 2 - 4 | 7.0 - 14.0 | 100 - 240 | *defc. Mg | >0.5 | |
| *moderadamente salino | 4 - 8 | *alto | >4.0 | >14.0 | >240 | *defc. K | >0.2 | |
| *fuertemente salino | >8 | | | | | *defc. Mg | | >10 |

| Reacción o pH | | CLASES TEXTURALES | | | | Distribución de Cationes % | | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------------------|------------------|----------|-----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| Clasificación del Suelo | pH | A | Fr.A | Fr. | Fr.L. | L | Fr.Ar.A | Fr.Ar | Fr.Ar.L | Ar.A | Ar.L. | Ar. |
| *fuertemente ácido | <5.5 | = arena | = franco arenoso | = franco | = franco limoso | = limoso | = franco arcillo arenoso | = franco arcilloso | = franco arcilloso limoso | = arcilloso arenoso | = arcilloso limoso | = arcilloso |
| *moderadamente ácido | 5.6 - 6.0 | | | | | | | | | | | |
| *ligeramente ácido | 6.1 - 6.5 | | | | | | | | | | | |
| *neutro | 6.6 - 7.0 | | | | | | | | | | | |
| *ligeramente alcalino | 7.1 - 7.8 | | | | | | | | | | | |
| *moderadamente alcalino | 7.9 - 8.4 | | | | | | | | | | | |
| *fuertemente alcalino | >8.5 | | | | | | | | | | | |

| | | |
|------------------|---|---------|
| Ca ⁺² | = | 60 - 75 |
| Mg ⁺² | = | 15 - 20 |
| K ⁺ | = | 3 - 7 |
| Na ⁺ | = | <15 |