

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX ANTE
CENTRO DE GESTIÓN DE DESECHOS “CAMPO
TIGRE”**



INVENTARIO FORESTAL

QUITO - 2017

CONTENIDO

CONTENIDO.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
4.2.1. Bosque Natural Intervenido.	4
4.2.2. Cultivos.	5
7.1.1. Muestreo Cuantitativo.	14
7.1.1.1. Riqueza y Abundancia.	14
7.1.1.2. Área Basal.	15
7.1.1.3. Índice del Valor de Importancia (IVI).	15
7.1.1.4. Biomasa.	15
7.1.1.5. Distribución Vertical.	15
7.1.1.6. Distribución Diamétrica.	17
7.1.1.7. Composición florística.	18
7.1.1.8. Índices de Diversidad.	19
7.2.1. Muestreo Cuantitativo.	20
7.2.1.1. Riqueza y Abundancia.	20
7.2.1.2. Área Basal.	20
7.2.1.3. Índice del Valor de Importancia (IVI).	21
7.2.1.4. Biomasa.	21
7.2.1.5. Distribución Vertical.	21
7.2.1.6. Distribución Diamétrica.	23
7.2.1.7. Composición florística.	24
7.2.1.8. Índices de Diversidad.	24
7.3.1. Muestreo Cuantitativo.	26
7.3.1.1. Riqueza y Abundancia.	26
7.3.1.2. Área Basal.	26
7.3.1.3. Índice del Valor de Importancia (IVI).	26
7.3.1.4. Biomasa.	26
7.3.1.5. Distribución Vertical.	26
7.3.1.6. Distribución Diamétrica.	28

7.3.1.7.	Composición florística.....	29
7.3.1.8.	Índices de Diversidad.....	29
8.1.1.	Valoración de los Servicios Ambientales.....	34
8.1.1.1.	Regulación de Gases con Efecto Invernadero (Secuestro de Carbono).	34
8.1.1.2.	Belleza Escénica Como Servicio Ambiental de los Bosques (turismo y 35	
8.1.2.	Valoración de los Bienes Ambientales.....	35
8.1.3.	Aportes totales por Servicios y Bienes Ambientales de la Biodiversidad. ..	38
8.2.1.	Valoración de los Servicios Ambientales.....	39
8.2.1.1.	Regulación de Gases con Efecto Invernadero (secuestro de carbono).	39
8.2.1.2.	Belleza Escénica como Servicio Ambiental del Bosque (turismo y.....	41
8.2.2.	Valoración de los Bienes Ambientales.....	41
8.2.3.	Aportes Totales por Servicios y Bienes Ambientales de la Biodiversidad. .	44
	Bibliografía.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación puntos de muestreo forestal.....	9
Tabla 2. Horas esfuerzo de muestreo forestal parcela/día.	9
Tabla 3. Interpretación de los Valores del Índice de Shannon.	12
Tabla 4. Principales especies registradas dentro de la parcela P1-M1.	16
Tabla 5. Cálculo de los Índices de Diversidad.	19
Tabla 6. Principales especies registradas dentro de la parcela P2-M2.	22
Tabla 7. Cálculo de los Índices de Diversidad.	25
Tabla 8. Principales especies registradas dentro de la parcela P3-M3.	27
Tabla 9. Cálculo de índices de diversidad.	30
Tabla 10. Usos de las especies vegetales dentro del área de estudio.	32
Tabla 11. Especie bajo categoría de amenaza dentro del área de estudio.	33
Tabla 12. Puntos de Carbono almacenado por hectárea en toneladas.	34
Tabla 13. Valoración Económica de Bienes y Servicios del Bosque Campo Tigre.....	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución vertical parcela P1-M1.	17
Gráfico 2. Distribución diamétrica parcela P1-M1.	18
Gráfico 3. Diversidad alfa parcela P1-M1.....	19
Gráfico 4. Distribución vertical parcela P2 M2.....	23
Gráfico 5. Distribución diamétrica parcela P2-M2.	23
Gráfico 6. Diversidad alfa parcela P2-M2.....	24
Gráfico 7. Distribución vertical parcela P3-M3.	28
Gráfico 8. Distribución diamétrica parcela M3-P3.	28
Gráfico 9. Diversidad alfa parcela P3-M3.....	29
Gráfico 10. Curva de acumulación de especies.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cultivos de maíz.....	3
Figura 2. Cultivos de arroz.	3
Figura 3. Característica del bosque intervenido en el sitio de interés.	5
Figura 4. Cultivos en el área de interés.	5
Figura 5. Trazado de parcelas.....	6
Figura 6. Medición de DAP.....	7

INVENTARIO FORESTAL

1. Introducción.

(Neill, 1999), señala que el bosque lluvioso de las tierras bajas, de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Harling, cubre el norte de las tierras bajas de la costa del Pacífico bajo los 700 m de elevación. Este tipo de vegetación también cubre virtualmente todas las tierras bajas de la Amazonía al este de los Andes. El bosque lluvioso de las tierras bajas se caracteriza por un clima con una precipitación anual por sobre los 3000 mm y carece de una estación seca marcada. Este es el tipo de vegetación más extenso en el país, que cubre más de un tercio del Ecuador continental.

Así mismo, (Neill, 1999), describe al bosque lluvioso de las tierras bajas como alto, denso y siempreverde, con el dosel frecuentemente de 30 m o más de altitud y una diversidad alta de especies. La diversidad alfa de los árboles, como se muestra en las parcelas permanentes de una hectárea, es más alta en el Amazonía ecuatoriana que en el área del bosque lluvioso en el norte de la costa del Pacífico (Valencia et al., 1998). (Palacios W. , Cerón, Valencia, & Sierra, 1999), consideran que los bosques siempreverdes amazónicos son altamente heterogéneos y diversos, con un dosel que alcanza los 30 m de altura o más. Por lo general, hay más de 200 especies mayores a 10 cm de DAP en una hectárea (Cerón 1997; Palacios 1997a; Valencia et al. 1994; Valencia et al. 1998). Son los llamados bosques de tierra firme que cubren la mayor parte de las tierras bajas amazónicas. Se incluyen los bosques sobre suelos relativamente planos de origen aluvial o coluvial pero que actualmente no reciben la influencia de los ríos. Allí, gran parte de vegetación natural ha sido talada para dar paso a cultivos e inclusive grandes monocultivos debido a la bondad de los suelos, quedando pocos relictos de bosques naturales.

(Palacios W. , Cerón, Valencia, & Sierra, 1999), señalan que a diferencia de las regiones pacífica y andina, la Amazonía del Ecuador no mostró mayor cambio en la cobertura sino hasta la segunda mitad del siglo pasado. En efecto, la primera carretera que penetró hacia las tierras bajas orientales data de 1947, antes de lo cual el acceso requería del uso de caminos de verano, generalmente no carrozables (Brown y Sierra 1994). Sin embargo, a partir de entonces, el rápido avance de la frontera agrícola y la explotación

petrolera han requerido la transformación de extensas áreas de vegetación natural. Más del 12 % de la vegetación natural de la región ha sido transformada a cultivos y pastos (Sierra 1999).

Según (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), la zona de análisis pertenece a un Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caqueta, teniendo correspondencia con Sierra et. al. (1999) Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas y Cañadas Bosque Húmedo Tropical.

2. Objetivos.

2.1. Objetivo general.

- Generar información para cuantificar la dinámica del bosque dentro del área de estudio.

2.2. Objetivo específico.

- Realizar el inventario forestal con fines de cuantificar la biomasa forestal en la zona a intervenir, e identificar las especies forestales para determinar la diversidad de especies.
- Determinar el Valor Económico de los Bienes y Servicios Ecosistémicos del Bosque y Vegetación a ser intervenida.

3. Área de estudio.

La zona de estudio se encuentra localizada en la región amazónica, específicamente hacia el Noreste del Ecuador en la provincia de Sucumbíos, cantón Shushufindi, parroquia Shushufindi, aproximadamente a 8 minutos en vehículo desde la ciudad en la vía Shushufindi – Atahualpa, y ocupa un área aproximada de 5 ha.

El área de estudio se encuentra dentro de la propiedad de la Empresa INCINEROX CÍA. LTDA., cuya extensión total comprende unas 120 ha aproximadamente.

El área de estudio en particular se encuentra dentro de un área intervenida por actividades antrópicas, donde se observa la presión sobre el recurso florístico; la cobertura vegetal se encuentra de semicerrada a escasa, con presencia de claros

esporádicos sobre colinas; así como un pequeño cultivo de maíz y arroz (ver figura 1 y 2).

Figura 1. Cultivos de maíz.



Figura 2. Cultivos de arroz.



4. Caracterización.

4.1. Tipos de ecosistemas o formaciones vegetales de origen natural.

Para el sitio de estudio predomina el ecosistema que según (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), pertenece a un Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá, este se caracteriza por ser bosques altos multiestratificados, con dosel cerrado de 25 a 35 m, emergentes de 40 m o más, los árboles presentan fustes rectos y diámetros entre 0,8 y 1,2 m, ocasionalmente mayores; las raíces tablares son frecuentes. En las pendientes el sotobosque suele ser más abierto. Estructuralmente estos bosques son muy diferentes a los del resto de la región debido a la dominancia de especies-individuos con tallos pequeños y a lo espacialmente dispersos que se pueden presentar. En las zonas donde se han formado terrazas altas con alto contenido de arena se puede evidenciar un tipo diferente de vegetación caracterizado por la abundancia de

individuos de árboles con diámetros a la altura del pecho menor a 20 cm y la dominancia de arbolitos con DAP menores a 10 cm (Alverson et al. 2008).

4.2. Cobertura vegetal.

La Región Amazónica, de acuerdo a (Jørgensen & León-Yanes, 1999), posee el 31,7% de la diversidad vegetal que se encuentra en el país. De las 15.306 especies de plantas registradas para el Ecuador, 4.857 se encuentran en la región amazónica. Sin embargo, la gran diversidad de la Amazonía se está perdiendo debido a la destrucción de los bosques. Respecto a este tema, el área deforestada según (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012), para la Amazonía entre los años 1990 al 2000 es de alrededor de 19768 ha/año, mientras que para el período comprendido desde el 2000 al 2008 la deforestación disminuye a 16430 ha/año.

El área de estudio, presenta zonas de alta intervención, la cobertura vegetal en el recorrido presenta las siguientes condiciones:

4.2.1. Bosque Natural Intervenido.

Estos bosques también llamados Secundarios, se caracterizan por presentar especies pioneras en diferentes estados de regeneración natural, que han logrado prevalecer luego de la degradación que ha sufrido el bosque natural, por la intervención antrópica o por fenómenos naturales, presentando claros y una cobertura vegetal que varía de semicerrada a abierta. Los puntos de muestreo fueron establecidos dentro de un área con este tipo de vegetación, considerándose como Bosque intervenido por actividades antrópicas, donde se observa la presión sobre el recurso florístico; la cobertura vegetal se encuentra de semicerrada a escasa, con presencia de claros esporádicos.

Los bosques secundarios constituyen un tipo de vegetación que se ha desarrollado luego de una alteración causada, ya sea por el ser humano o por procesos naturales. Sin embargo, el término implica, usualmente, las alteraciones hechas por el ser humano, incluyendo la tala y limpieza del bosque primario. También pueden considerarse como tales, aquellos bosques que se han formado sobre áreas afectadas por caídas de árboles grandes en forma ocasional. La cobertura vegetal de estos lugares está constituida por especies pioneras y de regeneración natural como: *Inga sp. (Mimosaceae)*, *Cecropia*

herthae. (*Cecropiaceae*) y *Ochroma pyramidale* (*Bombacaceae*). En el estrato inferior son frecuentes los géneros *Gynerium*, *Heliconia*, *Costus* y *Renealmia*.

Figura 3. Característica del bosque intervenido en el sitio de interés.



4.2.2. Cultivos.

Son zonas abiertas donde el agricultor en su tiempo degradó el bosque natural mediante procesos de tala creando agro-sistemas de cultivo. En el área de estudio se observa árboles aislados remanentes de cultivos de la “Palma Africana” *Elaeis guineensis* (*Arecaceae*), y una pequeña extensión de chacras con la presencia de especies cultivables como: “maíz” *Zea mays* (*Poaceae*) y “arroz” (*Poaceae*).

Figura 4. Cultivos en el área de interés.



5. Metodología.

La evaluación del componente forestal en el área de estudio, se basó en el levantamiento de información básica que incluyó: trabajo de campo, laboratorio y ayuda de fuentes bibliográficas especializadas para el componente estudiado. La salida de campo se realizó del 11 de julio al 14 de julio del 2016.

En la fase de gabinete la flora fue analizada con índices de diversidad y sus aspectos ecológicos más relevantes, estado de conservación y uso del recurso. Se complementó y actualizó la información existente a través de la recopilación bibliográfica de diversas fuentes y, fundamentalmente mediante los trabajos de campo.

5.1. Inventario forestal.

El trabajo se lo realizó bajo las siguientes consideraciones:

- a) Primero, se realizó la identificación in situ de las áreas de interés con el propósito de no duplicar esfuerzos considerando suelos, pendientes y vías de acceso, de esta forma respetar los pasos o áreas comunales y realizar la mejor intervención posible, y;
- b) Segundo, se realizó el inventario forestal de tres parcelas establecidas; para lo cual se midió e identificó todos los individuos mayores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP).
- c) Se registró puntos GPS para georeferenciar cada parcela. En cada parcela de 50 m x 20 m, se midieron todos los árboles vivos mayores de 10 cm de DAP, altura total y comercial. Para esta actividad de se requirió un equipo de 3 personas durante 3 días.

Figura 5. Trazado de parcelas.



Figura 6. Medición de DAP.

5.2. Identificación de especies.

La identificación de especies se lo realiza in situ para lo cual fue necesario el acompañamiento de un matero (identificación de nombres comunes), y de aquellas especies que no se pudieron reconocer en campo se colectaron muestras para ser prensadas y preservadas en alcohol al 75% para su posterior identificación en los herbarios de la ciudad de Quito, para esto fue necesario tramitar el permiso de movilización de las muestras hasta el herbario. Permiso de investigación de flora N° 09-IC-FLO-DPS-MA otorgado el 27 de junio de 2016, vigente desde el 27 de junio de 2016 hasta 27 de julio de 2016.

5.3. Análisis de datos.

Con los datos obtenidos en campo se determinó la diversidad florística del área de interés y se cuantificó los diferentes parámetros dasométricos. El tiempo estimado para ésta actividad es de 30 días.

5.4. Fase de campo.

En este proyecto se realizaron tres muestreos cuantitativos (P1-M1, P2-M2, P3-M3), cada parcela se levantó en un día considerándose un total de tres días, desde el 11 de julio hasta el 14 de julio del 2016.

Los individuos de las especies analizadas fueron de un diámetro igual o mayor a 10 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) para los muestreos cuantitativos. En cada uno de los muestreos se tomaron las coordenadas con ayuda de un GPS.

Sobre la base de la arquitectura vegetal de estos bosques, se determinó la estructura del muestreo, clasificando a las especies de la siguiente manera: dosel, constituido por árboles entre 20 y 25 m; de subdosel, constó de árboles entre 10 y 20 m de altura; de sotobosque, que estuvo conformado por individuos menores a 10 m. A cada uno de individuos de las parcelas se midió el DAP, se estimó la altura, se registraron características dendrológicas y otros caracteres organolépticos como: color, olor, consistencia de la corteza, hojas, flores y frutos, hábito y se realizó una identificación in situ de las especies registradas.

Los datos obtenidos en las parcelas suministraron los valores para el cálculo del Índice de Diversidad e Índice de Valor de Importancia descrito en los siguientes acápite.

5.5.Fase de gabinete.

Para el análisis de datos se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon y Simpson.

5.6.Factores que influyeron en la metodología propuesta.

Entre los factores que influyeron en la toma de datos se encuentran:

- Condiciones climáticas adversas: generalmente los bosques de tierras bajas presentan una constante precipitación, anualmente se registra un acumulado de alrededor de 3180 mm (MAE, 2013) lo que dificulta las labores de campo a pesar de existir meses secos, sin embargo, las lluvias son constantes durante todo el año.

5.7.Puntos de muestreo.

En la Tabla1, se indican los sitios y puntos GPS de las parcelas temporales que se muestrearon.

Tabla 1. Ubicación puntos de muestreo forestal.

Fecha de muestreo	Sitio de muestreo	Puntos/Código de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Tipo de vegetación	Metodología
			X	Y		
11/07/2016	CGD- Campo Tigre	P1-M1	312890	9976248	Bosque Intervenido	Cuantitativo
			312923	9976284		
			312927	9976270		
			312906	9976237		
12/07/2016		P2-M2	313041	9976439	Bosque Intervenido	Cuantitativo
			313019	9976397		
			313035	9976395		
			313057	9976427		
13/07/2016		P3-M3	313026	9976553	Bosque Intervenido	Cuantitativo
			312990	9976527		
			313001	9976516		
			313051	9976548		

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

Horas de esfuerzo.- Durante tres días de trabajo de campo se muestreó cuantitativamente 3000 m², en tres parcelas de 1000 m² cada una, con la participación de dos personas dentro de cada parcela temporal (Tabla 2).

Tabla 2. Horas esfuerzo de muestreo forestal parcela/día.

Tipo de muestreo	Metodología	Área	Horas/hombre/día	Hombres	Tiempo total
Al azar	tres parcelas temporales	3000 m ²	8	3	3 días

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

6. Análisis de datos.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó las formulas propuestas por (Carlos, 2003).

6.1. Área Basal.

El área basal de un individuo se define como el área obtenida a partir del DAP, como eje de un corte transversal del tallo o tronco del individuo (Carlos, 2003).

El área basal de una especie determinada en la parcela es la suma de las áreas basales de todos los individuos de tal especie que tengan un DAP \geq a 10 cm.

$$AB = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

D = Diámetro a la altura del pecho

π = Constante 3,1416

6.2. Biomasa.

El cálculo de la biomasa permite, a su vez, estimar el peso del material vegetal vivo por unidad de área. Esta variable se puede estimar de manera directa o indirecta. Se utilizó la forma indirecta estimando el volumen del material vivo dentro de la parcela.

$$V = L \times AB \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde

V = Volumen del tallo de un árbol

L = Longitud o altura del árbol; y

AB = Área Basal

Al sumar los volúmenes de todos los tallos de una misma especie, se puede obtener el volumen de la madera de tal especie por unidad de superficie.

6.3. Densidad Relativa (DnR).

La Densidad Relativa de una especie es proporcional al número de sus individuos con respecto al número total de individuos arbóreos en la parcela:

$$DnR = \frac{\text{No. de individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100 \quad \text{Ecuación 3}$$

6.4. Dominancia Relativa (DmR).

La Dominancia Relativa de una especie es la proporción que se obtiene al dividir el área basal de esa especie para el área basal de todos los individuos arbóreos en la parcela:

$$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

6.5. Índice de Valor de Importancia.

Para obtener este índice, se suman dos parámetros (Densidad Relativa y Dominancia Relativa). Por tanto, la sumatoria del Valor de Importancia para todas las especies de la parcela incluidas en el análisis es siempre igual a 200. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 20 en la parcela (un 10% del valor total) son “importantes” y componentes comunes del bosque estudiado. La fórmula de cálculo es:

$$IVI = DR + DMR \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

IVI: Índice de Valor de Importancia

DR = Densidad relativa

DMR= Dominancia relativa (Área basal)

6.6. Riqueza y Abundancia.

El término riqueza se refiere al número neto de especies presentes dentro de una comunidad; es decir, se estima utilizando el número de especies dividido para el número de registros encontrados. Este dato permite realizar una comparación directa entre las parcelas de vegetación en cuanto a la diversidad (riqueza) de especies de árboles, aun cuando el número de árboles o individuos sea variable entre los muestreos. El dato siempre toma un valor entre 0 y 1: si todos los árboles de los muestreos fueran de especies diferentes, tendrían un valor de 1; un valor de 0,5 o superior significa una alta riqueza de especies. La abundancia se define como el número de individuos hallado para cada especie registrada dentro de una unidad de muestreo.

Ambos parámetros (riqueza y abundancia) determinan dos ejes de la diversidad de especies, relacionada a su equitatividad dentro de la muestra analizada.

6.7. Índice de Diversidad.

Índice de Shannon: Se basa en la teoría de la información y, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo perteneciente a una determinada especie en un ecosistema. Se calcula de la siguiente forma:

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i) \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde

p_i = proporción de individuos del total de la muestra que corresponde a la especie i . Se obtiene dividiendo n_i/N .

n_i = número de individuos en el sistema correspondientes a la especie determinada i

N = número total de individuos de todas las especies en el sistema

\ln = logaritmo natural

S = número total de especies

El Índice de Diversidad de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia, considerando todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, Diversidad Ecológica y su Medición, 1988). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo natural de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, Diversidad Ecológica y su Medición, 1988).

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

La interpretación de este índice se la hizo en base a lo sugerido por (Magurran, Diversidad Ecológica y su Medición, 1988), quien indica que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,1 como de diversidad alta (Tabla 3).

Tabla 3. Interpretación de los Valores del Índice de Shannon.

Valores	Interpretación
0,1 - 1,5	Diversidad baja
1,6 - 3,0	Diversidad media
3,1 - 4,5	Diversidad alta

Fuente: Magurran, 1988.

A pesar de su pragmatismo, los valores obtenidos al aplicar este índice no deberían utilizarse como criterio único para expresar la biodiversidad de un área determinada,

pues la escala utilizada reduce el amplio espectro real de riqueza de los componentes bióticos.

Índice de Simpson: Conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia es uno de los parámetros que nos permite medir la riqueza de organismos. En ecología, es también uno de los más usados para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. La fórmula para el índice de Simpson es:

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

Σ (Sumatoria p_i) es el número de individuos de la especie i , dividido entre el número total de individuos de la muestra.

$D \sim 1$ ausencia de diversidad (solo existe una especie)

0 equitatividad.

Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Como el índice de Simpson (λ) es inverso a la equidad, entonces la diversidad de la misma puede calcularse como:

Índice de diversidad de Simpson: $1-D$

Índice inverso de Simpson: $1/D$

El valor menor posible es 1 (comunidad con solo 1 especie); a mayor diversidad mayor es el índice; el valor máximo es el número de especies de la comunidad (riqueza de especies).

Índice de Chao 1: Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992). Siendo S el número de especies en una muestra, a el número de especies representadas solo por un único individuo en esa muestra (número de singletons) y b el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (número de doubletons)

(Moreno, Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol 1, 2001).

$$\text{Chao 1} = S + \frac{a^2}{2b} \quad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

S = Número de especies de la muestra.

a = Número de especies representadas solo por un único individuo en la muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

Curva de Acumulación de Especies: La curva especies-área es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. Se realiza con el método de intercepción de líneas, muy útil para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o el número total de especies. Cuando la curva representa a un bosque templado, esta alcanza un curso horizontal rápidamente; en cambio, en bosques tropicales, debido a su alta diversidad, la curva no se estabiliza pronto.

6.8. Estructura Vertical.

Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en relación a la superficie del bosque. Esta estructura se evalúa a través de la relación entre la(s) altura(s) total(es) del árbol(es) en relación a su(s) altura(s) de reiteración (la altura del individuo a partir de la cual empieza la copa verdadera). Esta medida proporciona una idea sobre la dominancia e importancia ecológica de las especies arbóreas en el ecosistema.

7. Análisis de los resultados.

7.1. Parcela Temporal P1-M1.

La parcela temporal, se ubica en el CGD-Campo Tigre dentro de la propiedad de la Empresa INCINEROX CÍA. LTDA., a 4 km del centro de la ciudad de Shushufindi. El terreno es poco ondulado y posee una inclinación por debajo de los 5°, es un bosque intervenido, es un área que se encuentra en una parte alta por lo que no es posible de inundarse.

7.1.1. Muestreo Cuantitativo.

7.1.1.1. Riqueza y Abundancia.

Dentro de la parcela temporal P1-M1, se registró 54 individuos con un DAP ≥ 10 cm, correspondientes a 14 especies (Tabla 4) y 9 familias.

7.1.1.2. Área Basal.

El área basal total de la parcela temporal es de 1,467 m²/0,10 ha (14,67m²/ha), *Cestrum racemosum*, es la especie con el área basal más alta dentro de la parcela con un valor de 0,372 m², seguida por *Cecropia ficifolia* con 0,275 m², y *Solanum altissimum* con 0,224 m².

7.1.1.3. Índice del Valor de Importancia (IVI).

Dentro de la parcela temporal, como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las especies que pueden ser considerada como dominantes son: *Cestrum racemosum* con 47,605 de IVI que representa más del 23 % del total de la parcela para esta especie, *Cecropia ficifolia* con 35,436 de IVI que representa más del 17% del total de la parcela, y *Vernonanthura patens* con 22,125 de IVI que representa más del 11% del total de la parcela. Las restantes especies poseen valores inferiores al 10 %, por lo que no pueden ser consideradas como dominantes.

7.1.1.4. Biomasa.

La biomasa total (estimada por medio del volumen) de la parcela temporal, en 0,10 ha, es 19,024 m³ de madera, en tanto que el volumen comercial es de 9,486 m³ de madera, según las mediciones realizadas en julio del 2016.

7.1.1.5. Distribución Vertical.

- Como se puede observar en la Gráfico 1, ni un solo individuo es considerado como emergente, pero en el bosque la especie más sobresaliente corresponde a: *Solanum altissimum* que puede llegar a supera los 25 m de alto, los árboles de este estrato son poco frecuentes dentro de la parcela y sus alrededores.
- Así mismo, el estrato siguiente puede alcanzar los 25 m de alto, las especies más notorias son: *Cestrum racemosum*, *Alchornea grandis*, *Cecropia ficifolia*, *Solanum altissimum*, *Coussapoa orthoneura*, *Vernonanthura patens* y *Aegiphila integrifolia*.

- El subdosel alcanza los 15 m de alto, generalmente en este estrato destaca entre otras: *Vernonanthura patens*, *Inga sp.*, *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia ficifolia*, *Cestrum racemosum*, *Urera caracasana* y *Pourouma bicolor*.
- En el Sotobosque existe dominio de *Asteraceae*, este estrato promedia los 5 m de alto, destacan en este estrato individuos en crecimiento rápido que corresponden a: *Vernonanthura patens*.
- Las epífitas son muy escasas en la estructura del bosque de este sector, estas son más evidentes en bosques menos alterados.
- Entre las herbáceas con mayor presencia destacan las heliconias que alcanzan una altura de hasta 5 metros.

En la Tabla 4, se muestran las especies organizadas de forma descendente de acuerdo al Índice de Valor Importancia.

Tabla 4. Principales especies registradas dentro de la parcela P1-M1.

Familia	Nombre Científico	F	AB m ²	DnR	DmR	IVI	VT m ³	VC m ³
Solanaceae	<i>Cestrum racemosum</i>	12	0.372	22.222	25.383	47.605	4.964	2.370
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i>	9	0.275	16.667	18.769	35.436	3.869	2.278
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	8	0.107	14.815	7.310	22.125	0.795	0.464
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	8	0.074	14.815	5.056	19.871	0.393	0.201
Solanaceae	<i>Solanum altissimum</i>	2	0.224	3.704	15.285	18.988	3.751	1.797
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	4	0.169	7.407	11.536	18.943	2.172	1.020
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	3	0.059	5.556	4.011	9.566	0.704	0.366
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i>	2	0.038	3.704	2.576	6.279	0.453	0.199
Euphorbiaceae	<i>Alchornea grandis</i>	1	0.049	1.852	3.347	5.199	0.790	0.344
Urticaceae	<i>Coussapoa orthoneura</i>	1	0.049	1.852	3.347	5.199	0.687	0.172

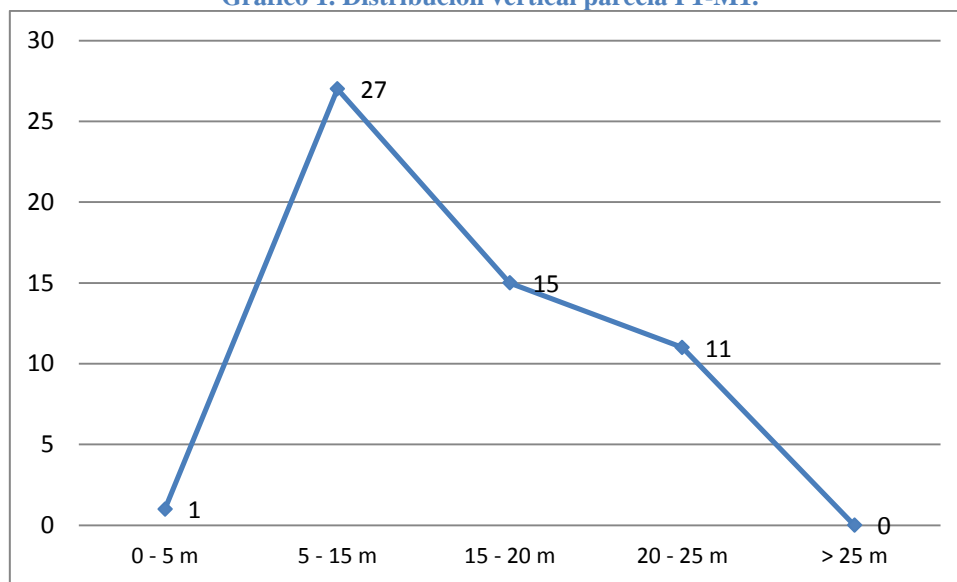
Boraginaceae	Cordia sp.	1	0.020	1.852	1.371	3.223	0.267	0.169
Urticaceae	Pourouma bicolor	1	0.011	1.852	0.771	2.623	0.071	0.048
Moraceae	Ficus sp.	1	0.010	1.852	0.648	2.500	0.047	0.020
Caricaceae	Carica papaya	1	0.009	1.852	0.590	2.442	0.061	0.042
TOTAL		54	1.467	100	100	200	19.024	9.488

FR = FRECUENCIA, AB = ÁREA BASAL, DNR = DENSIDAD RELATIVA, DMR = DOMINANCIA RELATIVA, IVI = ÍNDICE DE VALOR IMPORTANCIA, VT = VOLUMEN TOTAL, VC = VOLUMEN COMERCIAL

Fuente: Datos de campo, julio 2016.

Elaboración: Equipo consultor, 2016.

Gráfico 1. Distribución vertical parcela P1-M1.

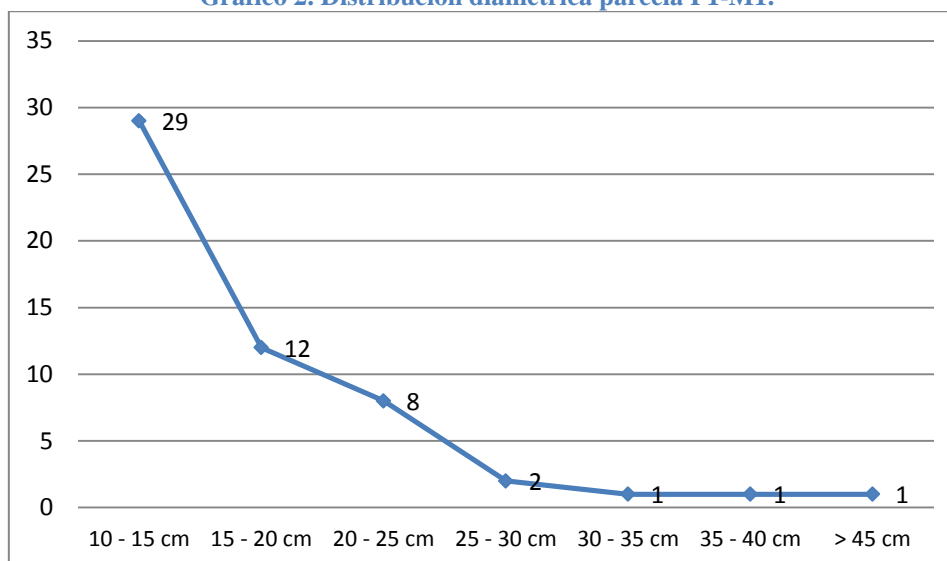


Fuente: Datos de campo, julio 2016.

Elaboración: Equipo consultor, 2016.

7.1.1.6. Distribución Diamétrica.

Las especies en su mayoría poseen DAP inferior a 15 cm, como se puede observar en el Gráfico 2, en este grupo se registró 29 individuos, esto representa el 54 % del total de individuos registrados. Otro grupo importante se ubica entre los 15 y 20 cm contabilizándose 12 individuos, lo que representa el 22 % del total de individuos presentes dentro de la parcela. Se registró 1 individuo con DAP superior a 45 cm, este valor representa el 2 % de los individuos registrados.

Gráfico 2. Distribución diamétrica parcela P1-M1.

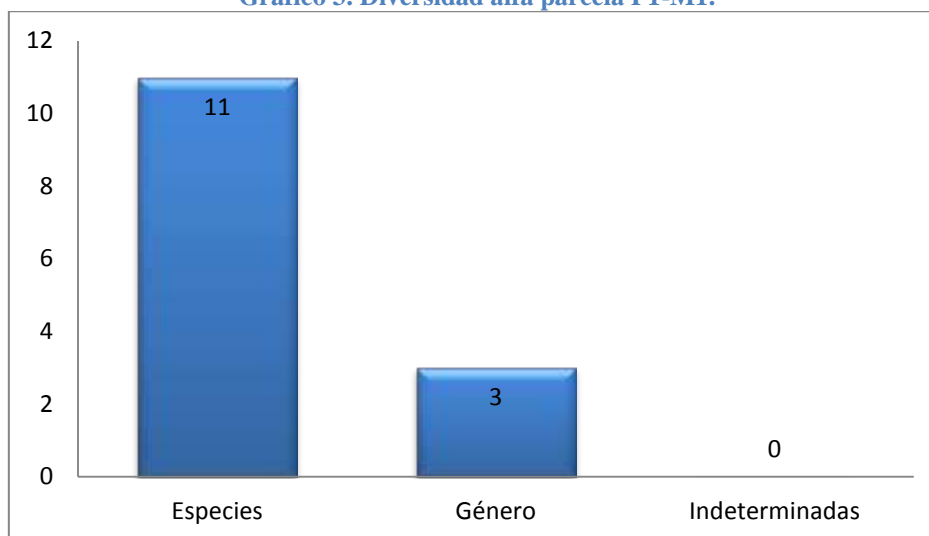
Fuente: Datos de campo, julio 2016.

Elaboración: Equipo consultor, 2016.

7.1.1.7. Composición florística.

Dentro de la parcela temporal se registró un total de 54 árboles con DAP \geq 10 cm. Se consiguió identificar 14 taxones, en 3 ocasiones únicamente logro su determinación hasta género. El promedio del DAP dentro de la parcela es de 17 cm. Únicamente un individuo supera los 45 cm de DAP, en tanto que 29 individuos poseen medidas inferiores a los 15 cm de DAP, estos valores nos indican que la parcela está constituida especialmente por árboles delgados y que son escasos los individuos con fustes gruesos, además por el estado actual del bosque son especies pioneras.

La diversidad alfa de la parcela temporal, está por debajo de la media si se la compara con otras parcelas, donde el promedio es de 18 especies confirmadas, en esta parcela se han confirmado 11 especies y 3 permanecen a nivel de género, como se observa en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Diversidad alfa parcela P1-M1.

Fuente: Datos de campo, julio 2016.

Elaboración: Equipo consultor, 2016.

7.1.1.8. Índices de Diversidad.

Los cálculos realizados para determinar los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson se pueden observar en la Tabla 5.

Índice de Diversidad de Simpson.

El inverso del índice de Simpson, para la parcela temporal, es de 7,439 en relación con las 14 especies registradas al interior de la parcela, nos indica una baja diversidad. El índice de dominancia es de 0,134.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.

Para la parcela, el índice de Shannon-Wiener es de 2,239 según este índice la parcela presenta una diversidad media.

Tabla 5. Cálculo de los Índices de Diversidad.

Familia	Nombre Científico	F	AB m2	Pi	ln Pi	PilnPi	Pi2
Solanaceae	Cestrum racemosum	12	0.372	0.222	-1.504	-0.334	0.049
Urticaceae	Cecropia ficifolia	9	0.275	0.167	-1.792	-0.299	0.028
Asteraceae	Vernonanthura patens	8	0.107	0.148	-1.910	-0.283	0.022
Urticaceae	Urera caracasana	8	0.074	0.148	-1.910	-0.283	0.022

Solanaceae	Solanum altissimum	2	0.224	0.037	-3.296	-0.122	0.001
Urticaceae	Cecropia sciadophylla	4	0.169	0.074	-2.603	-0.193	0.005
Fabaceae	Inga sp.	3	0.059	0.056	-2.890	-0.161	0.003
Lamiaceae	Aegiphila integrifolia	2	0.038	0.037	-3.296	-0.122	0.001
Euphorbiaceae	Alchornea grandis	1	0.049	0.019	-3.989	-0.074	0.000
Urticaceae	Coussapoa orthoneura	1	0.049	0.019	-3.989	-0.074	0.000
Boraginaceae	Cordia sp.	1	0.020	0.019	-3.989	-0.074	0.000
Urticaceae	Pourouma bicolor	1	0.011	0.019	-3.989	-0.074	0.000
Moraceae	Ficus sp.	1	0.010	0.019	-3.989	-0.074	0.000
Caricaceae	Carica papaya	1	0.009	0.019	-3.989	-0.074	0.000
TOTAL		54	1.467	1		-2.239	0.134

Fuente: Datos de campo, julio 2016.

Elaboración: Equipo consultor, 2016.

Índice de Chao 1.

El índice de Chao 1, para la parcela es de 23,00 en comparación con las 14 especies localizadas dentro de la parcela, nos indica que el área de muestro debe ampliarse.

7.2.Parcela Temporal P2-M2.

La parcela temporal, se ubica en el Campo Tigre dentro de la propiedad de la Empresa INCINEROX CÍA. LTDA., a 4 km del centro de la ciudad de Shushufindi. El terreno es poco ondulado y posee una inclinación por debajo de los 5°, es un bosque intervenido, es un área que se encuentra en una parte alta por lo que no es posible de inundarse.

7.2.1. Muestreo Cuantitativo.

7.2.1.1.Riqueza y Abundancia.

Dentro de la parcela temporal P2-M2, se registró 49 individuos con un DAP \geq 10 cm, correspondientes a 8 especies (Tabla 6) y 4 familias.

7.2.1.2.Área Basal.

El área basal total de la parcela temporal es de 3,101 m²/0,10 ha (31,01m²/ha), *Cecropia sciadophylla*, es la especie con el área basal más alta dentro de la parcela con

un valor de 1,901 m², seguida por *Cecropia engleriana* con 0,370 m², y *Cecropia ficifolia* con 0,326 m².

7.2.1.3. Índice del Valor de Importancia (IVI).

Dentro de la parcela temporal, como se puede observar la Tabla 6, las especies que pueden ser considerada como dominantes son: *Cecropia sciadophylla* con 96,017 de IVI que representa más del 48 % del total de la parcela para esta especie, *Urera caracasana* con 36,910 de IVI que representa más del 18% del total de la parcela, y *Cecropia ficifolia* con 32,963 de IVI que representa más del 16% del total de la parcela. Las restantes especies poseen valores inferiores al 10 %, por lo que no pueden ser consideradas como dominantes.

7.2.1.4. Biomasa.

La biomasa total (estimada por medio del volumen) de la parcela temporal, en 0,10 ha, es 41,618 m³ de madera, en tanto que el volumen comercial es de 20,316 m³ de madera, según las mediciones realizadas en julio del 2016.

7.2.1.5. Distribución Vertical.

- Como se puede observar en el Gráfico 4, ni un solo individuo es considerado como emergente, pero en el bosque la especie más sobresaliente corresponde a: *Cecropia engleriana* que supera los 25 m de alto, los árboles de este estrato son poco frecuentes dentro de la parcela y sus alrededores.
- El estrato siguiente puede alcanzar los 25 m de alto, las especies más notorias son: *Cecropia sciadophylla*, *Ochroma pyramidale*, *Cecropia ficifolia*, *Cecropia englerian* y *Elaeis guineensis*.
- El subdosel alcanza los 15 m de alto, generalmente en este estrato destaca entre otras: *Jacaratia digitata*, *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia ficifolia* y *Urera caracasana*.
- En el Sotobosque existe dominio de *Urticaceae*, este estrato promedia los 5 m de alto, destacan en este estrato individuos en crecimiento rápido que corresponden a: *Urera caracasana*.
- Las epífitas son muy escasas en la estructura del bosque de este sector, estas son más evidentes en bosques menos alterados.

- Entre las herbáceas con mayor presencia destacan las heliconias que alcanzan una altura de hasta 5 metros.

En la Tabla 6, las especies están organizadas de forma descendente de acuerdo al Índice de Valor Importancia.

Tabla 6. Principales especies registradas dentro de la parcela P2-M2.

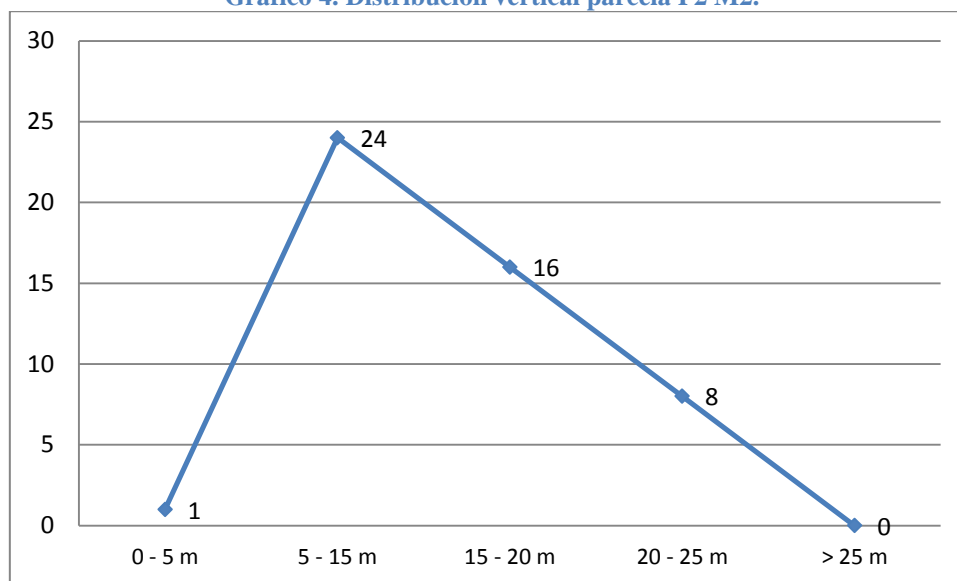
Familia	Nombre Científico	F	AB m ²	DnR	DmR	IVI	VT m ³	VC m ³
Urticaceae	Cecropia sciadophylla	17	1.901	34.694	61.323	96.017	26.594	12.216
Urticaceae	Urera caracasana	15	0.195	30.612	6.298	36.910	0.918	0.421
Urticaceae	Cecropia ficifolia	11	0.326	22.449	10.514	32.963	4.007	2.335
Urticaceae	Cecropia engleriana	2	0.370	4.082	11.918	15.999	6.340	3.247
Arecaceae	Elaeis guineensis	1	0.204	2.041	6.588	8.629	2.574	1.430
Malvaceae	Ochroma pyramidale	1	0.057	2.041	1.847	3.887	0.882	0.481
Caricaceae	Jacaratia digitata	1	0.035	2.041	1.117	3.158	0.242	0.170
Caricaceae	Carica papaya	1	0.012	2.041	0.396	2.437	0.060	0.017
TOTAL		49	3.101	100	100	200	41.618	20.316

FR = FRECUENCIA, AB = ÁREA BASAL, DNR = DENSIDAD RELATIVA, DMR = DOMINANCIA RELATIVA, IVI = ÍNDICE DE VALOR IMPORTANCIA, VT = VOLUMEN TOTAL, VC = VOLUMEN COMERCIAL

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

Gráfico 4. Distribución vertical parcela P2 M2.



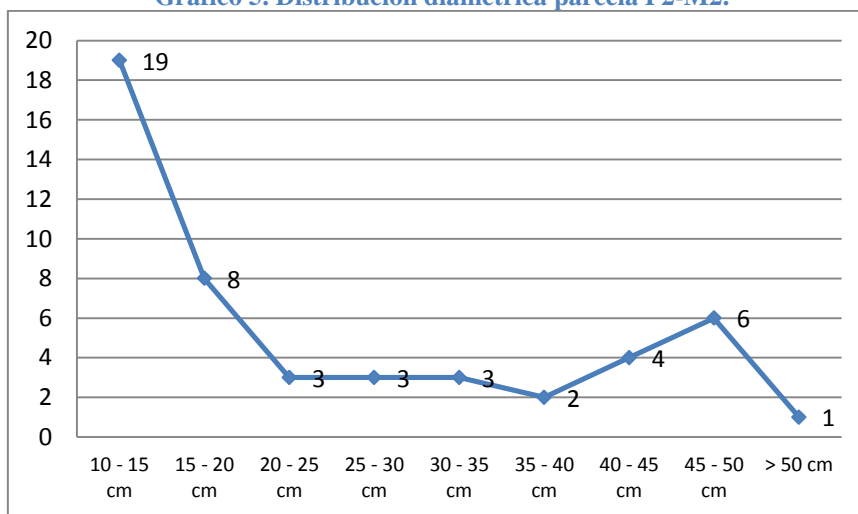
Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

7.2.1.6. Distribución Diamétrica.

Como se puede observar en el Gráfico 5, las especies en su mayoría poseen DAP inferior a 15 cm, en este grupo se registró 19 individuos, esto representa el 39 % del total de individuos registrados. Otro grupo importante se ubica entre los 15 y 20 cm contabilizándose 8 individuos, lo que representa el 16 % del total de individuos presentes dentro de la parcela. Se registró 1 individuo con DAP superior a 50 cm, este valor representa el 2 % de los individuos registrados.

Gráfico 5. Distribución diamétrica parcela P2-M2.



Fuente: Datos de campo, julio 2016

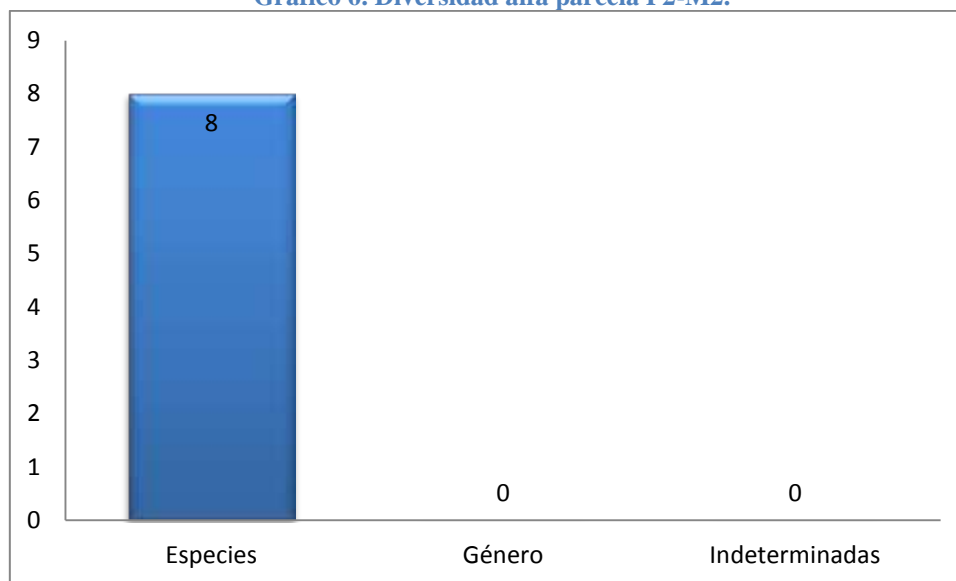
Elaboración: Equipo consultor, 2016

7.2.1.7. Composición florística.

Dentro de la parcela temporal se registró un total de 49 árboles con DAP \geq 10 cm. Se consiguió identificar 8 taxones. El promedio del DAP dentro de la parcela es de 24,7 cm. Únicamente un individuo supera los 50 cm de DAP, en tanto que 19 individuos poseen medidas inferiores a los 15 cm de DAP, estos valores nos indican que la parcela está constituida especialmente por árboles delgados y que son escasos los individuos con fustes gruesos, y por el estado actual del bosque son especies pioneras.

La diversidad alfa de la parcela temporal (Gráfico 6), está por debajo de la media si se la compara con otras parcelas, donde el promedio es de 18 especies confirmadas, en esta parcela se han confirmado 8 especies.

Gráfico 6. Diversidad alfa parcela P2-M2.



Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

7.2.1.8. Índices de Diversidad.

Los cálculos realizados para determinar los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson se pueden observar en la Tabla 7.

Índice de Diversidad de Simpson.

El inverso del índice de Simpson, para la parcela temporal, es de 3,734 en relación con las 8 especies registradas al interior de la parcela, nos indica una baja diversidad. El índice de dominancia es de 0,268.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.

Para la parcela permanente, el índice de Shannon-Wiener es de 1,513 según este índice la parcela presenta una diversidad baja.

Tabla 7. Cálculo de los Índices de Diversidad.

Familia	Nombre Científico	F	AB m2	Pi	ln Pi	PilnPi	Pi2
Urticaceae	Cecropia sciadophylla	17	1.901	0.347	-1.059	-0.367	0.120
Urticaceae	Urera caracasana	15	0.195	0.306	-1.184	-0.362	0.094
Urticaceae	Cecropia ficifolia	11	0.326	0.224	-1.494	-0.335	0.050
Urticaceae	Cecropia engleriana	2	0.370	0.041	-3.199	-0.131	0.002
Arecaceae	Elaeis guineensis	1	0.204	0.020	-3.892	-0.079	0.000
Malvaceae	Ochroma pyramidale	1	0.057	0.020	-3.892	-0.079	0.000
Caricaceae	Jacaratia digitata	1	0.035	0.020	-3.892	-0.079	0.000
Caricaceae	Carica papaya	1	0.012	0.020	-3.892	-0.079	0.000
TOTAL		49	3.101	1		-1.513	0.268

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

Índice de Chao 1.

El índice de Chao 1, para la parcela temporal es de 16,00 en comparación con las 8 especies localizadas dentro de la parcela nos indica que el área de muestro debe ampliarse.

7.3.Parcela Temporal P3-M3.

La parcela temporal, se ubica en el Campo Tigre dentro de la propiedad de la Empresa INCINEROX CÍA. LTDA., a 4 km del centro de la ciudad de Shushufindi. El terreno es poco ondulado y posee una inclinación por debajo de los 5°, es un bosque intervenido, es un área que se encuentra en una parte alta por lo que no es posible de inundarse.

7.3.1. Muestreo Cuantitativo.

7.3.1.1. Riqueza y Abundancia.

Dentro de la parcela temporal P3-M3, se registró 68 individuos con un DAP ≥ 10 cm, correspondientes a 13 especies y 8 familias.

7.3.1.2. Área Basal.

El área basal total de la parcela temporal es de 2,057 m²/0,10 ha (20,57m²/ha), *Urera caracasana*, es la especie con el área basal más alta dentro de la parcela con un valor de 1,207 m², seguida por *Alchornea grandis* con 0,312 m², y *Jacaratia digitata* con 0,139 m².

7.3.1.3. Índice del Valor de Importancia (IVI).

Dentro de la parcela temporal, como se observa en la **¡Error! No se encuentra el rigen de la referencia.**, la especie que puede ser considerada como dominante es: *Urera caracasana* 136,600 de IVI que representa el 68% del total de la parcela para esta especie. Las restantes especies poseen valores inferiores al 10 %, por lo que no pueden ser consideradas como dominantes.

7.3.1.4. Biomasa.

La biomasa total (estimada por medio del volumen) de la parcela temporal, en 0,10 ha, es 18,070 m³ de madera, en tanto que el volumen comercial es de 8,077 m³ de madera, según las mediciones realizadas en julio del 2016.

7.3.1.5. Distribución Vertical.

- Como se puede observar en el **¡Error! No se encuentra el origen de la eferencia.** un solo individuo es considerado como emergente del bosque que corresponde a: *Alchornea grandis* que supera los 25 m de alto, los árboles de este estrato son poco frecuentes dentro de la parcela y sus alrededores.
- El estrato siguiente puede alcanzar los 25 m de alto, las especies más notorias son: *Jacaratia digitata*, *Cecropia ficifolia*, *Solanum asperolanatum*, *Solanum altissimum* y *Tetrorchidium macrophyllum*.

- El subdosel alcanza los 15 m de alto, generalmente en este estrato destaca entre otras: *Urera caracasana*, *Cecropia sciadophylla*, *Clarisia biflora*, *Iriartea deltoidea*, *Vismia baccifera*, *Vernonanthura patens* y *Solanum asperolanatum*.
- En el Sotobosque existe dominio de *Urticaceae*, este estrato promedia los 5 m de alto, destacan en este estrato individuos en crecimiento rápido que corresponden a: *Urera caracasana*.
- Las epífitas son muy escasas en la estructura del bosque de este sector, estas son más evidentes en bosques menos alterados.

En la Tabla 8, las especies están organizadas de forma descendente de acuerdo al Índice de Valor Importancia.

Tabla 8. Principales especies registradas dentro de la parcela P3-M3.

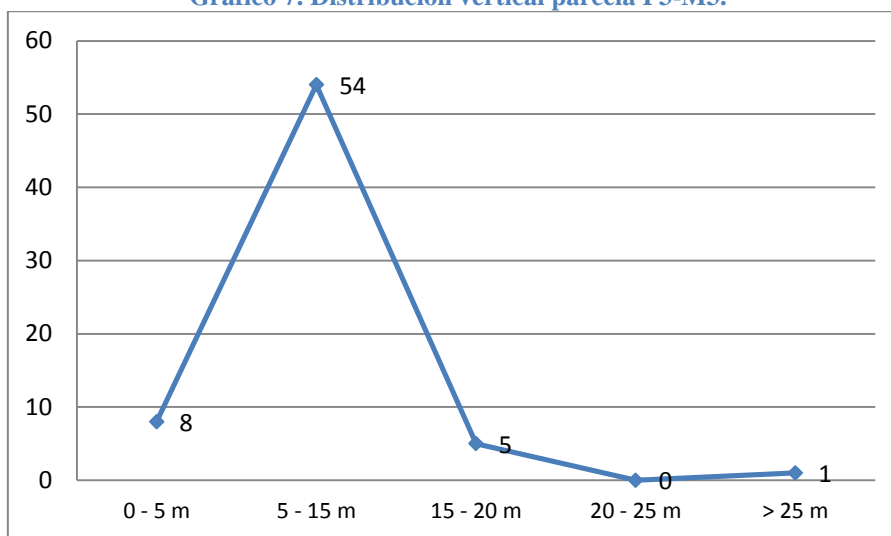
Familia	Nombre Científico	F	AB m ²	DnR	DmR	IVI	VT m ³	VC m ³
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	53	1.207	77.941	58.659	136.600	6.855	3.348
Euphorbiaceae	<i>Alchornea grandis</i>	1	0.312	1.471	15.154	16.625	5.455	1.527
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i>	1	0.139	1.471	6.735	8.206	1.940	1.164
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	2	0.059	2.941	2.888	5.829	0.499	0.356
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	2	0.047	2.941	2.269	5.210	0.267	0.084
Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i>	2	0.039	2.941	1.918	4.859	0.377	0.161
Solanaceae	<i>Solanum altissimum</i>	1	0.055	1.471	2.681	4.152	0.656	0.232
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	1	0.055	1.471	2.681	4.152	0.463	0.232
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i>	1	0.053	1.471	2.581	4.052	0.669	0.446
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium macrophyllum</i>	1	0.042	1.471	2.020	3.490	0.465	0.291
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	1	0.031	1.471	1.527	2.998	0.308	0.176
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i>	1	0.010	1.471	0.505	1.976	0.087	0.051
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	1	0.008	1.471	0.382	1.852	0.027	0.011
TOTAL		68	2.057	100	100	200	18.070	8.077

FR = FRECUENCIA, AB = ÁREA BASAL, DNR = DENSIDAD RELATIVA, DMR = DOMINANCIA RELATIVA, IVI = ÍNDICE DE VALOR IMPORTANCIA, VT = VOLUMEN TOTAL, VC = VOLUMEN COMERCIAL.

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

Gráfico 7. Distribución vertical parcela P3-M3.



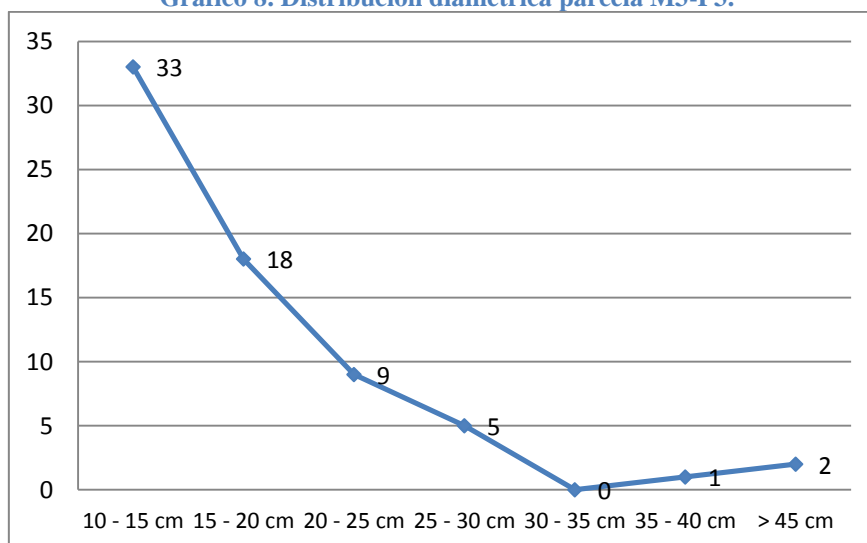
Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

7.3.1.6. Distribución Diamétrica.

Como se puede observar en el Gráfico 8, las especies en su mayoría poseen DAP inferior a 15 cm, en este grupo se registró 33 individuos, esto representa el 49 % del total de individuos registrados. Otro grupo importante se ubica entre los 15 y 20 cm contabilizándose 18 individuos, lo que representa el 26 % del total de individuos presentes dentro de la parcela. Se registró 2 individuos con DAP superior a 45 cm, este valor representa el 3 % de los individuos registrados.

Gráfico 8. Distribución diamétrica parcela M3-P3.



Fuente: Datos de campo, julio 2016

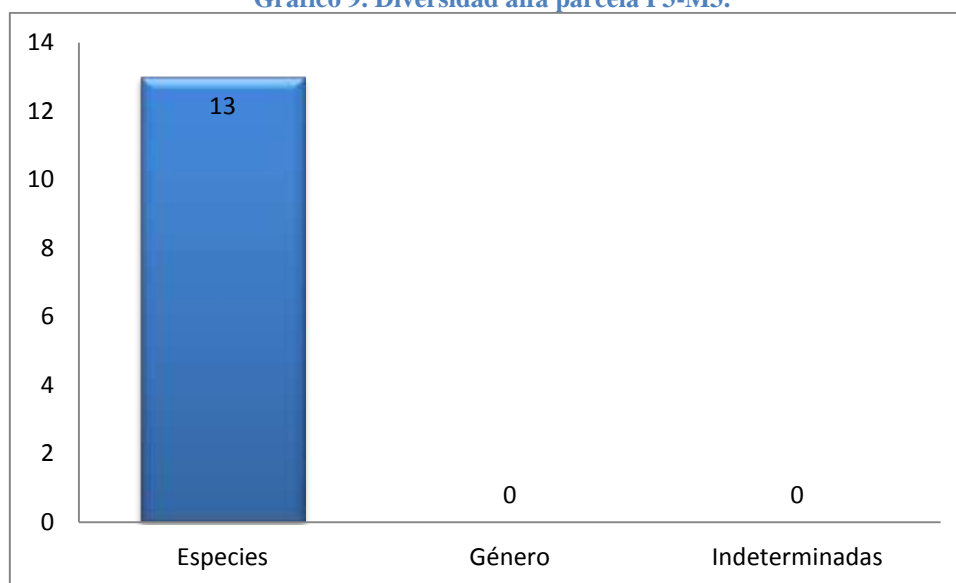
Elaboración: Equipo consultor, 2016

7.3.1.7. Composición florística.

Dentro de la parcela temporal se registró un total de 68 árboles con DAP \geq 10 cm. Se consiguió identificar 13 taxones. El promedio del DAP dentro de la parcela es de 17,8 cm. Únicamente dos individuos superan los 45 cm de DAP, en tanto que 33 individuos poseen medidas inferiores a los 15 cm de DAP, estos valores nos indican que la parcela está constituida especialmente por árboles delgados y que son escasos los individuos con fustes gruesos, además por el estado actual del bosque son especies pioneras.

La diversidad alfa de la parcela temporal (Gráfico 9), está por debajo de la media si se la compara con otras parcelas, donde el promedio es de 18 especies confirmadas, en esta parcela se han confirmado 13 especies.

Gráfico 9. Diversidad alfa parcela P3-M3.



Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

7.3.1.8. Índices de Diversidad.

Los cálculos realizados para determinar los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson se pueden observar en la Tabla 9.

Índice de Diversidad de Simpson.

El inverso del índice de Simpson, para la parcela temporal, es de 1,634 en relación con las 13 especies registradas al interior de la parcela, nos indica una baja diversidad. El índice de dominancia es de 0,612.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.

Para la parcela permanente, el índice de Shannon-Wiener es de 1,064 según este índice la parcela presenta una diversidad baja.

Tabla 9. Cálculo de índices de diversidad.

Familia	Nombre Científico	F	AB m2	Pi	ln Pi	Pi ln Pi	Pi2
Urticaceae	Urera caracasana	53	1.207	0.779	-0.249	-0.194	0.607
Euphorbiaceae	Alchornea grandis	1	0.312	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Caricaceae	Jacaratia digitata	1	0.139	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Arecaceae	Iriartea deltoidea	2	0.059	0.029	-3.526	-0.104	0.001
Asteraceae	Vernonanthura patens	2	0.047	0.029	-3.526	-0.104	0.001
Solanaceae	Solanum asperolanatum	2	0.039	0.029	-3.526	-0.104	0.001
Solanaceae	Solanum altissimum	1	0.055	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Hypericaceae	Vismia baccifera	1	0.055	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Urticaceae	Cecropia ficifolia	1	0.053	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Euphorbiaceae	Tetrorchidium macrophyllum	1	0.042	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Urticaceae	Cecropia sciadophylla	1	0.031	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Moraceae	Clarisia biflora	1	0.010	0.015	-4.220	-0.062	0.000
Euphorbiaceae	Acalypha diversifolia	1	0.008	0.015	-4.220	-0.062	0.000
TOTAL		68	2.057	1		-1.064	0.61

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

Índice de Chao 1.

El índice de Chao 1, para la parcela temporal es de 26,50 en comparación con las 13 especies localizadas dentro de la parcela nos indica que el área de muestro debe ampliarse.

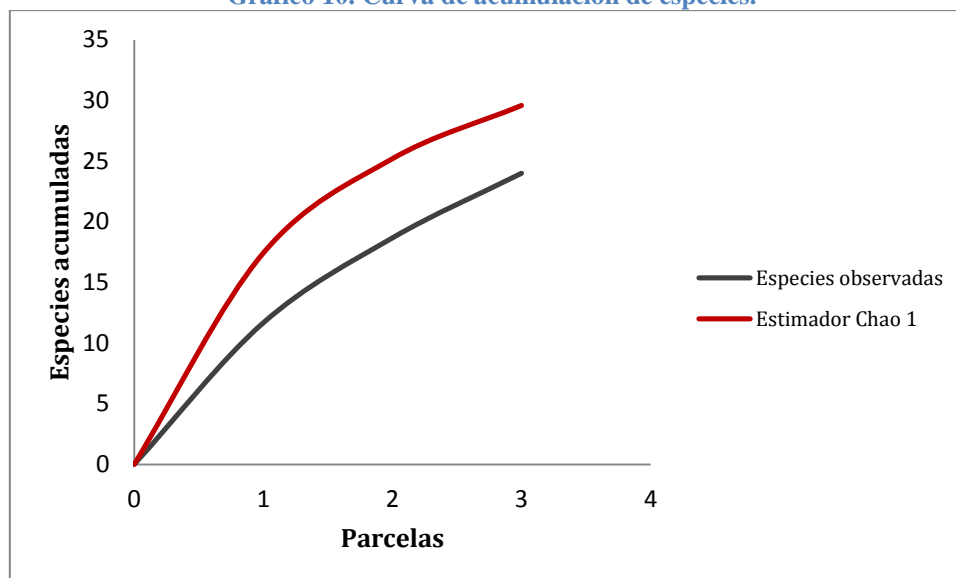
7.4. Curva de Acumulación de Especies.

La curva de acumulación de especies se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Esta curva muestra cómo el número de especies se va acumulando en función de las parcelas muestreadas (área); además, estima la eficiencia de muestreo.

La curva de acumulación se realizó considerando el total de especies identificadas en tres parcelas de muestreo cuantitativo.

En el Gráfico 10, se puede observar el aumento paulatino de especies identificadas en función del número de parcelas (P1-M1, P2-M2, P3-M3). El estimador está muy por encima de los valores observados, esto significa que a medida que aumente la intensidad de muestreo la asíntota tenderá a estabilizarse.

Gráfico 10. Curva de acumulación de especies.



Fuente: Datos de campo, julio 2016.

Elaboración: Equipo consultor, 2016.

7.5. Aspectos ecológicos y usos.

Parcelas Temporales.- Las tres parcelas temporales se ubican en el Campo Tigre dentro de la propiedad de la Empresa INCINEROX CÍA. LTDA., a 4 km del centro de la ciudad de Shushufindi, al cual se puede acceder por una vía carrozable de tercer orden. El terreno es poco ondulado y posee una inclinación por debajo de los 5°, es un área que se encuentra en una parte alta por lo que no es posible de inundarse, por las características del sitio y las especies encontradas se puede determinar que es un bosque intervenido en proceso de recuperación.

Uso de las especies florísticas.- En la Tabla 10, se evidencia el uso que se da a la flora de la zona de estudio corresponde a la obtención de alimento, madera y medicina para los habitantes del sector. Las especies más dominantes registradas dentro de las parcelas poseen un uso basado en la medicina.

Tabla 10. Usos de las especies vegetales dentro del área de estudio.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Usos
Caricaceae	Carica papaya	Papaya	Alimento
Solanaceae	Cestrum racemosum	Sauco	Medicinal
Fabaceae	Inga sp.	Guabo	Alimento
Arecaceae	Iriartea deltoidea	Pambil	Maderable
Malvaceae	Ochroma pyramidale	Boya/Balsa	Maderable
Urticaceae	Pourouma bicolor	Uva	Alimento
Urticaceae	Urera caracasana	Ortiga/Gualanga	Medicinal

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

Estado de Conservación de las Especies.- En la Tabla 11, se expone la especie bajo categoría de amenaza según (The UICN) y El Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yanes, y otros, 2011) con los que se puede determinar el endemismo o el grado de amenaza de las especies presentes en el área; esta tabla contiene únicamente las especies con individuos con más de 10 cm de DAP.

Tabla 11. Especie bajo categoría de amenaza dentro del área de estudio.

Nº	Familia	Especie	Categoría
1	Arecaceae	Iriartea deltoidea	LC – Least Concern – National

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

Preocupación Menor (LC).- Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

8. Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos del CGD- Campo Tigre.

Como parte complementaria al inventario forestal, se realizó la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos del bosque y vegetación que se evaluó en el CGD- Campo Tigre, para ello se basó en lo establecido mediante el A. M. 134 (R. O. No. 812 de 18 de octubre de 2012) y A. M. 076 del MAE.

La valoración económica se realizó en función de los siguientes criterios:

- Identificación de los principales bienes y servicios ecosistémicos del CGD-Campo Tigre, que de manera directa o indirecta generan beneficios económicos;
- Establecer los valores de mercado para cada uno de los bienes y servicios ecosistémicos identificados; y, c) adaptar e implementar una metodología válida para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos del bosque.

8.1. Metodología para valoración económica.

El A. M. 134 del MAE (R. O. No. 812 de 18 de octubre de 2012) en su Artículo 10 señala que “*Los costos de valoración por cobertura vegetal nativa a ser removida, en la ejecución de obras o proyectos públicos y estratégicos realizados por persona naturales o jurídicas públicas y privadas, que requieran de licencia ambiental, se utilizará el método de valoración establecido en el Anexo 1 del presente Acuerdo*”. Esta metodología se basa en el cálculo del Valor Económico Total (VET) de los bienes y servicios ecosistémicos.

8.1.1. Valoración de los Servicios Ambientales.

8.1.1.1. Regulación de Gases con Efecto Invernadero (Secuestro de Carbono).

Existen algunos requerimientos básicos para realizar la estimación de los aportes por el servicio de mitigación por la emisión de gases por efecto invernadero. Por un lado, se debe conocer el la cantidad de carbono almacenado (ton/ha) y las tasas de fijación (ton/ha/año) que pueden poseer los distintos tipos de bosques en la zona de estudio.

También es necesario conocer el precio (\$/ton) que se puede cobrar por la remoción de CO₂ de la atmósfera mediante la fijación de carbono el servicio de fijación de gases con efecto invernadero. En este caso se aplicará los valores en el mercado voluntario de carbono o carbono neutro.

Es importante tener en cuenta que el servicio de almacenamiento de carbono que brinda la vegetación nativa comprende a su vez: a) el carbono almacenado en un bosque en pie (biomasa); y, b) el carbono secuestrado por un bosque en crecimiento (expansión). En el primer caso existe un valor económico por el carbono almacenado, el cual se perdería en caso de que se desbroce el área; y, en el segundo caso, se hace referencia únicamente a la fijación futura en un bosque que esté en crecimiento. Se ha utilizado como base la tasa de fijación de carbono por tipo de bosque (TFC) establecida por Brown et al. (1995), mismas que se muestran a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12. Puntos de Carbono almacenado por hectárea en toneladas.

Tipo de bosque	Biomasa	Expansión	Total
Bosque secundario intervenido	135	102	237

Fuente: Brown et al. 1995

Adicional se necesita saber el total de la que se someterán a la prestación del servicio de fijación de gases. Estableciendo una relación entre los componentes anteriores, la estimación de los aportes por la regulación de gases efecto invernadero se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$Y_c = \sum_{i=1}^n P_{QTC} N_i$$

Ecuación 9

Dónde:

Y_c : aportes por la fijación de carbono (\$/año)

P_c : Precio (ϕ /ton) del carbono fijado

Q_i^c : Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)

N_i^c : Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono

i: Tipo de bosque considerado para el servicio de fijación de gases con efecto invernadero.

8.1.1.2. Belleza Escénica Como Servicio Ambiental de los Bosques (turismo y recreación).

El servicio ambiental de belleza escénica no es cuantificable; por lo tanto, no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio. Ante la imposibilidad de ofrecer o mercadear una cantidad física de este servicio, no es posible tener un precio de mercado específico. Sin embargo, para estimar los aportes es necesario contar con un valor monetario de mercado que cada turista deberá asumir a través del turismo y recreación.

El cálculo de la valoración económica del servicio ambiental por turismo y recreación se establece a través de la siguiente fórmula:

$$VSA_{TR} = CM_{TR} \times AB_t \quad \text{Ecuación 10}$$

Dónde:

$VSATR$ = Valor servicio ambiental turismo y recreación (USD)

$CMTR$ = Costo de mercado turismo y recreación (USD/ha)

AB_t = Área de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)

8.1.2. Valoración de los Bienes Ambientales.

Los bienes que se analizan a continuación tienen la característica fundamental de que son tangibles y susceptibles de cuantificar. También es posible obtener un precio para cada uno, lo que permite una estimación de los aportes generados por el aprovechamiento de cada uno de ellos.

Agua.- El agua es un bien que consumen las distintas actividades económicas para su respectivo proceso productivo. Estas actividades tienen un consumo medido en

(m³/año), por el cual deberían pagar un precio para (\$/m³). Como el agua es un bien que puede ser utilizado en distintas actividades y el comprador puede aplicarlo para diferentes fines. Para fines de esta metodología se considerarán dentro del análisis las actividades vinculadas con las áreas de desbroce de cobertura vegetal.

La estimación de los aportes por el aprovechamiento del agua como insumo está dada por la ecuación (Anexo 1 del A. M. 134):

$$Y_a = \sum_{i=1}^n P_a Q_i^a$$

Ecuación 11

Dónde:

Y_a : aportes por el aprovechamiento del agua como insumo (\$/año)

P_a : Precio del agua como insumo de la producción (\$/m³)

Q_i^a : Demanda de agua en el sector i (m³/año)

De acuerdo a las actividades que genere el proyecto, no aplica la metodología propuesta en el Anexo 1 del Acuerdo Ministerial N° 134, sin embargo, se analiza al recurso agua desde el punto de vista ecológico.

Productos Maderables y no Maderables del Bosque.- Las especies maderables y no maderables en los ecosistemas, que son de interés económico, tienen diferentes precios en el mercado.

Para estimar los aportes por el aprovechamiento de las especies maderables y no maderables de procedencia silvestre, es necesario conocer el volumen de madera extraída con valor comercial proveniente de la región, las especies que serán aprovechadas y su valor comercial.

La estimación de los aportes se obtiene con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Y_m = \sum_{i=1}^n P_m Q_i^m$$

Ecuación 12

Dónde:

Y_m : Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año)

P_i^{mn} : Precio de bien i (\$/m³)

Q_i^{mn} : Volumen de bien i (m³/año)

Productos Medicinales Derivados de la Biodiversidad.- Algunas plantas silvestres son utilizadas como productos medicinales para el tratamiento de ciertas enfermedades. Normalmente es posible cuantificar el volumen utilizado en kilogramos para estos productos. Además se asume que existe un precio en el mercado que el consumidor está dispuesto a pagar. Por lo tanto, la ecuación para estimar los aportes derivados de plantas medicinales de origen silvestre es:

$$Y_{ms} = \sum_{i=1}^n P_i^{ms} Q_i^{ms}$$

Ecuación 13

Dónde:

Y_{ms} : aportes por el aprovechamiento de bienes medicinales silvestres (\$/año)

P_i^{ms} : Precio del bien medicinal silvestre i

Q_i^{ms} : Cantidad explotado del bien medicinal i

Plantas Ornamentales.- Como sucede con las plantas medicinales, existe una explotación/extracción de plantas ornamentales con fines comerciales. Actualmente se ha desarrollado una actividad económica basada en la producción artificial de plantas ornamentales lo que ha disminuido la presión por la extracción de plantas silvestres.

La cuantificación de las plantas silvestres comerciadas se realiza por unidad de planta extraída. Estas plantas tienen un precio en el mercado mediante la siguiente ecuación se puede estimar los aportes provenientes de esa actividad.

$$Y_{ar} = \sum_{i=1}^n P_i^{po} Q_i^{po}$$

Ecuación 14

Dónde:

Y_{ar} : Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad (\$/año)

P_i^{po} : Precio de las plantas ornamentales i (\$/unidad)

Q_i^{po} : Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades/año)

Artesanías.- La contabilidad de las artesanías comerciales involucra una serie de dificultades propias de esa actividad. Normalmente, su comercialización es por precios, sin tener una unidad de medida establecida y única.

Esto obliga a contabilizar el número de piezas que se demandan en el mercado y a conocer el precio de cada pieza. Si para algunos productos es factible contar con una unidad de medida diferente al de la pieza, como sucede en términos de volumen, la estimación requiere conocer el precio por unidad de volumen demandado. Es decir, en el caso de productos que se comercializan por pieza la estimación estaría dada por:

$$Y_{ar} = \sum_{i=1}^n P_i^{ar} Q_i^{ar}$$

Ecuación 15

Dónde:

Y_{ar} : Aportes por la comercialización de artesanías de origen silvestre (\$/año)

P_i^{ar} : Precio de la pieza i (\$/pieza)

Q_i^{ar} : Demanda de la pieza i (pieza/año)

En cambio, si hubiera una cuantificación por volumen, la estimación estaría dada por:

$$Y_{ar}^* = \sum_{i=1}^n \overline{P_i^{ar}} Q_i^{ar}$$

Ecuación 16

Dónde:

Y_{ar}^* : Aportes por la venta de artesanías de origen silvestre (\$/año)

$\overline{P_i^{ar}}$: Precio de la artesanía i (\$/unidad de volumen)

Q_i^{ar} : Demanda de la artesanía i (unidad de medida/año)

8.1.3. Aportes totales por Servicios y Bienes Ambientales de la Biodiversidad.

Para obtener una estimación total de los aportes por biodiversidad, es necesario hacer una agregación de los aportes obtenidos por el aprovechamiento individual de los distintos bienes y servicios considerados. En términos algebraicos, la estimación está dada por:

$$Y_{Tb} = \sum_{K=1}^n Y_K$$

Ecuación 17

Dónde:

Y_{Tb} : Aportes totales de la biodiversidad (\$/año)

Y_K : Aporte de cada componente de la biodiversidad

La aproximación de Y_{Tb} depende de la disponibilidad de información tanto en los volúmenes comerciados como con los precios establecidos. Cuanto mejor y más amplia sea la información, la estimación de los aportes derivados de la biodiversidad será más representativa.

Tomando en cuenta que el área correspondiente a los Bloques 58 y 59 presenta bajos escasos signos de intervención humana, la cual está dominada por áreas de bosque maduro y secundario, y las actividades inherentes a la fase de exploración sísmica son mínimas, la valoración económica realizada se basa en las categorías de bienes y servicios ambientales establecidos.

8.2.Resultados de valoración económica.

8.2.1. Valoración de los Servicios Ambientales.

8.2.1.1.Regulación de Gases con Efecto Invernadero (secuestro de carbono).

De acuerdo a (Lamprecht, 1990), cuando se analiza una unidad vegetal se puede hacer la siguiente consideración:

“Si la densidad es mayor a 9 m²/ha y menor a 27 m²/ha se considerará como "Bosque secundario poco intervenido”

Considerando que la Valoración Económica aplica únicamente para los ecosistemas de vegetación nativa; y que de acuerdo a la definición de vegetación nativa contemplada en el Manual Operativo Unificado del Proyecto Socio Bosque de junio 2011, únicamente se considerará como vegetación nativa a los ecosistemas: "Bosque primario" y "Bosque secundario poco intervenido", solamente las parcelas que posean una densidad de bosque mayor o igual a 9 m²/ha requerirán ser valoradas económicamente, en el resto

de casos no aplicará realizar la valoración económica. Para el Campo Tigre la densidad promedio fue de 22,08 m²/ha. Por lo que para obtener la valoración económica por fijación de Carbono se aplicó la siguiente fórmula:

$$Y_c = \sum_{i=1}^n P_c Q_{i_c}^c N_i^c$$

Ecuación 18

Dónde:

Y_c : aportes por la fijación de carbono (\$/año)

P_c : Precio (¢/ton) del carbono fijado

Q_i^c : Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)

N_i^c : Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono

i: Tipo de bosque considerado para el servicio de fijación de gases con efecto invernadero.

Según (Cullen & Durschinger, 2010), los precios en el mercado del carbono, tienen mucha variación, principalmente por el tipo de proyecto y las motivaciones que tienen los compradores. En una entrevista a Ecosystem Marketplace. Se determinó que el precio del carbono para evitar la deforestación en mercados voluntarios es de 4,80 \$/tC. Sin embargo, en un estudio desarrollado por la ITTO (International Tropical Timber Organization), se determinó un precio de 5 \$/tC (Boer 2012). Para el presente estudio, se tomó como referencia el valor el generado por la ITTO.

Se ha utilizado como base la tasa de fijación de carbono por tipo de bosque (TFC) establecida por Brown et al. (1995), misma que se muestra en la Tabla 13; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.:**

Y_c = 5,00 (\$/T) x 237 (T/ha/año) x 5,00 ha (área a intervenir)

Y_c = 5925,00

Cabe recalcar que para este tipo de valoración de servicio, no se consideran especies de mayor o menor importancia, así como su valor comercial, únicamente, el volumen de los árboles con diámetros ≥ a 10 cm.

8.2.1.2. Belleza Escénica como Servicio Ambiental del Bosque (turismo y recreación).

El cálculo de la valoración económica del servicio ambiental por turismo y recreación se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$VSA_{TR} = CM_{TR} \times AB_t \quad \text{Ecuación 19}$$

Dónde:

VSATR = Valor servicio ambiental turismo y recreación (USD)

CMTR = Costo de mercado turismo y recreación (USD/ha)

ABt = Área de bosque a desbrozar por el proyecto (ha)

Para determinar este valor, se tomó como referencia el estudio realizado por Barrantes et al. (2000), donde por el turismo y recreación se valoraron como ingresos anuales por \$ 0,66/ha. Luego, considerando una tasa de descuento del 4,53 % y un período de 50 años, el Valor Presente Neto (VPN) para el turismo y recreación es de \$ 151,90/ha. Este es el valor utilizado para la valoración económica del presente estudio.

Es importante señalar que el servicio por turismo y recreación se considera cuando se ha determinado la existencia de una relación probada de usufructo por parte de la población en el área de interés, misma que se debe identificar al momento de la caracterización de la línea base social. Para este caso al ser un área cercana a centros poblados se ha considerado que el área a intervenir si es un área de interés para turismo y recreación.

$$VSATR = 151,90 (\$/ha) \times 5 \text{ ha}$$

$$VSATR = 759,50 \$$$

8.2.2. Valoración de los Bienes Ambientales.

Agua.- El agua como recurso hídrico, es un bien ambiental que se deben valorar, considerando que la cobertura boscosa en áreas estratégicas de infiltración y recarga de agua son indispensables para mantener dicho recurso (Gamez, 2003), se ha fijado en países como Costa Rica el valor de 70,0 USD por mantener una hectárea de bosque por cada año, con el fin de conservar el recurso hídrico. Motivo por el cual la siguiente

fórmula de cálculo propuesta en la metodología del Anexo 1 del Acuerdo ministerial 134 no aplica para este caso. Sin embargo se ha calculado un valor hedónico basado en el servicio de captación y retención de agua que genera una hectárea de bosque.

La estimación de los aportes por el aprovechamiento del agua como insumo está dada por la ecuación:

70\$ x ha x año **Ecuación 20**

$Y_a = 70 \$ \times 5 \text{ ha} \times 1 \text{ año}$

$Y_a = 350,00$

Productos Maderables y No maderables del Bosque.- En base a los resultados obtenidos en el inventario forestal, se determinó un volumen total de madera por hectárea, con la cual se ha realizado el cálculo del valor monetario que representan las especies arbóreas existentes en el área de estudio.

El área inventariada del CGD-Campo Tigre fue de 3000 m² (3 parcelas de 0,10 ha c/u), el valor de volumen total de madera en pie para las tres parcelas se estimó en 78,712 m³ que corresponde a 262,37 m³/ha, dicho valor multiplicado por las 5,00 ha a intervenir se obtiene un volumen total de 1311,85 m³. Para el Costo de Mercado se utilizó el valor de \$ 3 USD/m³ por concepto de derecho de aprovechamiento de madera en pie, valor que consta en la disposición general primera del Acuerdo Ministerial No. 076.

$$Y_m = \sum_{i=1}^n P_i^{mn} Q_i^{mn}$$

Ecuación 21

Dónde:

Y_m = Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año)

P_i^{mn} = Precio de bien i (\$/m³)

Q_i^{mn} = Volumen de bien i (m³/año)

$Y_m = 3.00\$ \times 1311,85 \text{ m}^3$

$Y_m = 3935,55$

Productos Medicinales Derivados de la Biodiversidad.- En el área de influencia del proyecto existen caseríos conformadas por mestizos y colonos de otras regiones del país, y según testimonio local existen pocas especies de uso medicinal de las registradas en el inventario forestal. Se reportaron dos especies de uso medicinal: 1) Ortiga o Gualanga (*Urera caracasana*), 76 individuos en todas las parcelas; y 2) Sauco (*Cestrum racemosum*) con 12 individuos en todas las parcelas.

De la Ortiga o Gualanga asumiendo un valor de provisión de la corteza, que es la parte útil como medicina, es de 1,00 USD por cada planta se tendría un valor de 76,0 USD/año. Mientras que para el Sauco se asume un valor de 5,00 USD por planta se tendría 60,0 USD/año.

El valor calculado según la ecuación, tenemos:

$$Y_{ms} = \sum_{i=1}^n P_i^{ms} Q_i^{ms}$$

Ecuación 22

Dónde:

Y_{ms} = Aportes por el aprovechamiento de bienes medicinales silvestres (\$/año)

P_i^{ms} = Precio del bien medicinal silvestre i

Q_i^{ms} = Cantidad explotado del bien medicinal i

$Y_{ms} = (\$ 1 \times 76) + (\$ 5 \times 12)$

$Y_{ms} = 136,00$

Plantas Ornamentales.- En el área de estudio no se registraron especies de uso ornamental, tampoco se evidenció que la gente se dedique al aprovechamiento y manejo de plantas ornamentales. Con esta consideración el valor para esta categoría es de cero.

$$Y_{ar} = \sum_{i=1}^n P_i^{po} Q_i^{po}$$

Ecuación 23

Dónde:

Y_{ar} = Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad (\$/año)

P_i^{po} = Precio de las plantas ornamentales i (\$/unidad)

Q_i^{po} = Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades/año)

$$Y_{ar} = 0,00$$

Artesanías.- En el área de estudio no se registraron especies con algún tipo de uso artesanal, tampoco se evidenció algún tipo de uso o aprovechamiento de plantas para la artesanía por parte de la gente de la localidad. Con esta consideración el valor para esta categoría es de cero.

$$Y_{ar} = \sum_{i=1}^n P_i^{ar} Q_i^{ar}$$

Ecuación 24

Dónde:

Y_{ar} : Aportes por la comercialización de artesanías de origen silvestre (\$/año)

P_i^{ar} : Precio de la pieza i (\$/pieza)

Q_i^{ar} : Demanda de la pieza i (pieza/año)

$$Y_{ar} = 0,00$$

8.2.3. Aportes Totales por Servicios y Bienes Ambientales de la Biodiversidad.

Una vez realizados los cálculos del valor económico de los bienes y servicios ambientales individuales aplicables al proyecto, se procede a realizar la sumatoria de todos según se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13. Valoración Económica de Bienes y Servicios del Bosque Campo Tigre.

Bien o Servicio Ambiental	Valor (USD)	% de aporte al VET
Regulación de gases con efecto invernadero	5925,00	53,5
Belleza Escénica	759,50	6,9
Agua	350,00	3,2
Productos Maderables y No Maderables	3935,55	35,5
Productos Medicinales	136,00	1,0
Plantas Ornamentales	0,00	0,0
Artesanías	0,00	0,0

TOTAL	11106,05	100
--------------	-----------------	-----

Fuente: Datos de campo, julio 2016

Elaboración: Equipo consultor, 2016

El valor total obtenido en base a los parámetros calculados asciende a **11106,05 USD** (once mil ciento seis con 05/100 dólares).

En un breve análisis de los cálculos realizados, se puede observar, que el valor obtenido de bienes ambientales (productos maderables y no maderables) está basado en el volumen de madera existente para las 5 ha que se intervendrá por parte del proyecto. Por otro lado, la valoración de servicios ecosistémicos determinó que la regulación de gases con efecto invernadero obtuvo el valor más alto.

En la presente valoración se procuró incluir en el cálculo tanto valores de uso como valores de no uso, éstos últimos excluidos del cálculo de valoraciones económicas de bienes y servicios ambientales por la dificultad y muchas veces subjetividad de su cálculo. Además, se confirma que la metodología propuesta por el MAE en el anexo 1 del A.M. 134 es aplicable a todos los casos de valoración ambiental en los que se cuente con el detalle de un inventario forestal y línea base social.

9. Conclusiones y Recomendaciones.

9.1. Composición florística.

- Los sitios donde se ubicaron las parcelas corresponden a un área intervenida. El sitio presenta especies pioneras propias de un área en proceso de recuperación, por lo que es recomendable conservarlo para investigaciones posteriores en dinámicas de bosques.
- La evaluación cuantitativa registró 14 especies (parcela 1), 8 especies (parcela 2) y 13 especies (parcela 3), de hábito arbóreo con $DAP \geq 10$ cm DAP, la estructura vertical del bosque presenta un dosel medio entre los rangos de 10 a 20 m de altura, y pocos individuos emergentes con un altura de 20 a 25 m.
- Los valores de diversidad calculados para cada parcela indican una Baja Diversidad, el Índice de Shannon señala valores entre 1,06 y 2,4, al igual que índice de Simpson con valores entre 0,4 – 0,8. Esto se debe a la intervención del bosque.

9.2. Inventario forestal.

- El volumen total promedio para las tres parcelas de 50 x 20 m es 26,237 m³, extrapolando para una hectárea se tiene un volumen de 262,37 m³, valor inferior al de inventarios realizados en parcelas de una hectárea en bosque de la Amazonia (Guevara Juan, y otros, 2009).
- El volumen total de madera en pie extrapolado para las 5 hectáreas del área de interés, corresponde a 1311,85 m³.
- El volumen comercial promedio para las tres parcelas de 50 x 20 m es 12,627 m³, extrapolando para una hectárea se tiene un volumen de 126,27 m³.
- El volumen comercial de madera en pie extrapolado para las 5 hectáreas del área de interés, corresponde a 631,35 m³.
- El área basal promedio para las tres parcelas de 50 x 20 m es 2,208 m², extrapolando para una hectárea se tiene un área basal de 22,08 m².
- Se registra una especie de Preocupación Menor (LC), según la (The UICN).
- Permitir procesos de recuperación vegetal mediante cualquier tipo de técnica natural o asistida en los sitios que el proyecto no tenga injerencia como zonas de amortiguamiento y de protección de flora y fauna.

9.3. Valoración económica.

Al sitio de interés le corresponde un bosque intervenido o secundario, razón por la que se aplicó el método de valoración económica, obteniendo un Valor Económico Total de 11106,05 USD

Bibliografía

- Carlos, C. (2003). *Manual de Botánica Sistemática, Etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador*. Quito: Herbario "Alfredo Paredes", Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador.
- Cullen, M., & Durschinger, L. (2010). Emergin market for land-use carbon credits. ITTO Tropical Forest Update. *Tropical Forest*, 9-11.
- Gamez, L. (2003). *Los recursos hídricos como servicio ambiental y aplicaciones prácticas de su valoración: El caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (E.S.P.H.)*. Heredia-Costa Rica.
- Guevara Juan, Pitman, N., Mogollón, H., García-Villacorta, R., Cerón, C., & Palacios, W. (2009). Variación florística en 23 parcelas de 1ha en bosques de tierra firme en la Amazonía norte Ecuatoriana. *Cinchomia*, 75-93.
- Jørgensen, P. M., & León-Yanes, S. (1999). *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: i-viii, 1-1182*.
- 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-*. Trad. A Carrillo. Eschborn-Alemania, GTZ.
- León-Yanes, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., & Navarrete, H. (2011). *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, 2º edición. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Quito.
- Magurran, A. (1988). *Diversidad Ecológica y su Medición*. Barcelona, España: Ediciones Vedral.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). / *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito-Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural*. Quito.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol 1*. Zaragoza.
- Neill, D. (1999). Vegetación Pp. 13-25. En P. M. Jørgensen, & S. León-Yanes, *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: i-viii, 1-1182*.

Palacios, W., Cerón, C., Valencia, R., & Sierra, R. (1999). Las Formaciones Naturales de la Amazonía del Ecuador Pp. 112-119. En R. Sierra, *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF Y Ecociencia*. Quito-Ecuador.

The UICN. (s.f.). *Red List of Threatened Species. Version 2016-1*. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 03 August 2016.