



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

**“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA
REGENERACIÓN NATURAL EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE
TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN
FRANCISCO”**

**Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniero en Manejo y
Conservación del Medio Ambiente**

AUTOR:

Leonardo Agustín Jiménez Largo

DIRECTORA DE TESIS:

Ing. Diana Ochoa Gordillo, Mc. Sc.

LOJA – ECUADOR

2015

*No todos ocupan los
mejores puestos, sino
los más preparados,
aunque no sean genios.*



CERTIFICACIÓN

En calidad de Directora de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO”**, de autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Leonardo Agustín Jiménez Largo**, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado por lo que autorizo su presentación y publicación:

Loja, 30 de julio de 2015

Atentamente,



Ing. Diana Ochoa Gordillo, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tribunal Calificador de la Tesis titulada “**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO**”, de autoría del señor Leonardo Agustín Jiménez Largo, egresado de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certificamos que se han incorporado al trabajo final de tesis todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto autorizamos la publicación y difusión de la tesis.


Loja, 30 de julio de 2015

Atentamente,



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Robert Guerrero Rodríguez, Mg. Sc.



VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Pablo Álvarez Figueroa, Mg. Sc.



VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Jaime Santín Calva, Mg. Sc.

AUTORÍA

Yo, Leonardo Agustín Jiménez Largo declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



Leonardo Agustín Jiménez Largo

C.I.: 1104718091

Loja, 30 de julio de 2015

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA
LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Leonardo Agustín Jiménez Largo declaro ser autor de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO”**, como requisito para optar al grado de: Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 30 días del mes de julio de 2015, firma el autor.



Leonardo Agustín Jiménez Largo
C.I.: 1104718091

Dirección: Barrio San Pedro de Bellavista, Loja, Ecuador.
Correo electrónico: leo_j19@hotmail.es
Teléfono: 0985909214

Directora de Tesis: Ing. Diana Ochoa Gordillo, Mg. Sc.
Tribunal de Grado: Ing. Robert Guerrero Rodríguez, Mg. Sc.
Ing. Pablo Álvarez Figueroa, Mg. Sc.
Ing. Jaime Santín Calva, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja, que a través de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, permitió mi formación profesional.

A la Fundación Alemana para la Investigación Científica (DFG) por el financiamiento y apoyo logístico brindado.

A mi familia que con su ayuda incondicional hicieron posible el desarrollo y culminación exitosa del presente trabajo.

A la Ing. Johana Muñoz Chamba, Mg. Sc. e Ing. Diana Ochoa Gordillo, Mg. Sc. por su apoyo incondicional, sugerencias y comentarios que permitieron y enriquecieron el desarrollo de la presente investigación.

A mi hermana Jessy, por su colaboración brindada en el presente trabajo.

A mis compañeros de trabajo Jessy, Jairo y Luis, que con su compañía y ayuda, permitieron desarrollar con éxito la fase de campo de mi tesis.

El Autor

DEDICATORIA

Al Creador de todas las cosas, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Vilma y Servio, por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos Jessy, Paúl, Karina y Jefferson por brindarme su cariño y apoyo incondicional.

A mi esposa Mariuxi y a mis hijas Juliana y Emily, por ser lo más maravilloso en mi vida y mi fuente de inspiración.

A mis compañeros y amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y en la vida cotidiana y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

Leonardo Jiménez

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA	5
2.1.1 Características del Bosque Tropical de Montaña	5
2.1.2 Funciones del Bosque Tropical de Montaña.....	7
2.1.3 Amenazas y Problemática del Bosque Tropical de Montaña.....	7
2.2 MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE	10
2.2.1 Tratamientos Silviculturales.....	12
2.3 REGENERACIÓN NATURAL.....	15
2.3.1 Clasificación de la Regeneración Natural	16
2.4 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LA REGENERACIÓN NATURAL.....	17
2.5 PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA REGENERACIÓN NATURAL	17
2.6 ESTUDIOS RELACIONADOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	19

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	21
3.1.1	Ubicación Política.....	21
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	22
3.1.3	Descripción.....	22
3.1.4	Antecedentes del tratamiento silvicultural.....	25
3.2	MÉTODOS.....	26
3.2.1	Caracterización florística de la vegetación en los claros, del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco.....	27
3.2.2	Evaluación de parámetros ecológicos de la regeneración natural en los claros, del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco.....	28
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
4.	RESULTADOS	35
4.1	CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO.....	35
4.2	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO.....	37
4.2.1	Abundancia y Densidad.....	37
4.2.2	Frecuencia.....	39
4.2.3	Riqueza.....	41
4.2.4	Diversidad Alfa.....	42
4.2.5	Crecimiento Periódico Anual en Altura y Diámetro Basal.....	44
4.2.6	Tasa de Mortalidad y Tasa de Reclutamiento.....	48
4.2.7	Calidad de la Regeneración Natural.....	50
4.2.8	Apertura de Dosel.....	52
5.	DISCUSIÓN	55
5.1	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA REGENERACIÓN NATURAL.....	55
5.2	EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS.....	57
5.3	CRECIMIENTO PERIÓDICO ANUAL DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN ALTURA Y DIÁMETRO BASAL.....	61

5.4	RECLUTAMIENTO Y MORTALIDAD DE LA REGENERACIÓN NATURAL.....	62
5.5	CALIDAD DE LA REGENERACIÓN NATURAL.....	65
5.6	APERTURA DE DOSEL Y REGENERACIÓN NATURAL.....	66
6.	CONCLUSIONES.....	69
7.	RECOMENDACIONES	72
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	73
9.	ANEXOS	84

ÍNDICE DE CUADROS

	Pg.
Cuadro 1. Hoja de campo para recolección de datos para el cálculo de parámetros ecológicos.....	27
Cuadro 2. Composición florística de la regeneración natural de los claros de bosque.....	28
Cuadro 3. Categorías para evaluar la regeneración natural por alturas.....	28
Cuadro 4. Categorías diamétricas para evaluar la regeneración natural.....	28
Cuadro 5. Rangos de diversidad del Índice de Shannon.....	30
Cuadro 6. Categorías de clasificación en función del estado fitosanitario.....	32
Cuadro 7. Hoja de campo para registrar las lecturas del densiómetro.....	33
Cuadro 8. Composición florística de la regeneración natural de los claros de bosque.....	35
Cuadro 9. Familias más representativas, en términos de especie, del área de estudio en último año de evaluación.....	37
Cuadro 10. Especies de mayor abundancia y densidad en el área de estudio, en los años 2009, 2012, 2014.....	38
Cuadro 11. Especies de mayor frecuencia en el área de estudio, en los años 2009, 2012 y 2014.....	40
Cuadro 12. Riqueza del área de estudio, en tres períodos de evaluación.....	42
Cuadro 13. Diversidad del área de estudio, en los años 2009, 2012 y 2014.....	43
Cuadro 14. Incremento periódico anual de la regeneración natural determinado para un período de 5 años (2009-2014) y número de individuos por hectárea distribuidos en clases de altura.....	45

Cuadro 15.	Incremento periódico anual de la regeneración natural determinado para un período de 5 años (2009-2014) y número de individuos por hectárea distribuidos en clases de diámetro basal.....	47
Cuadro 16.	Tasas anuales de mortalidad y reclutamiento del área de estudio para los años 2012 y 2014.....	49
Cuadro 17.	Especies con las mayores tasas anuales de mortalidad y reclutamiento, determinado para un período de 5 años (2009-2014).....	50
Cuadro 18.	Número de individuos por hectárea agrupados en categorías de estado fitosanitario en el año 2014.....	51
Cuadro 19.	Promedio de apertura de dosel en el área de estudio, en 2009, 2012 y 2014.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1. Mapa base del área de estudio.....	21
Figura 2. Distribución de las intensidades de raleo del tratamiento silvicultural en las tres microcuencas.....	25
Figura 3. Número de individuos registrados en el área de estudio en tres períodos de evaluación.....	36
Figura 4. Especies con mayor abundancia y densidad en el área de estudio, en el 2009, 2012 y 2014. A) Abundancia y B) Densidad.....	39
Figura 5. Especies con mayor frecuencia en el área de estudio en el 2009, 2012 y 2014.....	41
Figura 6. Riqueza del área de estudio en tres períodos de evaluación.....	42
Figura 7. Diversidad del área de estudio, calculada con el Índice de Shannon, en tres períodos de evaluación....	43
Figura 8. Diversidad del área de estudio, calculada con el Índice de Simpson, en tres períodos de evaluación....	44
Figura 9. Incremento periódico anual de la regeneración natural por clases de altura determinado para un período de 5 años (2009-2014).....	45
Figura 10. Número de individuos por hectárea distribuidos en clases de altura.....	46
Figura 11. Incremento periódico anual de la regeneración natural por clases de diámetro basal determinado para un período de 5 años (2009-2014).....	47
Figura 12. Número de individuos por hectárea distribuidos en clases de diámetro basal.....	48
Figura 13. Tasas anuales de mortalidad y reclutamiento del área de estudio.....	49

Figura 14.	Número de individuos por hectárea agrupados en categorías de estado fitosanitario en el año 2014.....	51
Figura 15.	Promedio de apertura de dosel del área de estudio....	53
Figura 16.	Porcentajes de apertura de dosel en las diferentes parcelas del área de estudio.....	54

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pg.
Anexo 1. Abundancia, densidad y frecuencia de la regeneración natural en los tres períodos de evaluación.....	84
Anexo 2. Riqueza del área de estudio en los tres períodos de evaluación.....	93
Anexo 3. Diversidad alfa del área de estudio en los tres períodos de evaluación.....	94
Anexo 4. Tasas anuales de reclutamiento de las especies de regeneración natural en el área de estudio.....	95
Anexo 5. Tasas anuales de mortalidad de las especies de regeneración natural en las áreas de estudio.....	99
Anexo 6. Valores de apertura de dosel registrados en las parcelas de las áreas de estudio.....	103

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA
REGENERACIÓN NATURAL EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE
TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN
FRANCISCO**

RESUMEN

La investigación se enfocó a la caracterización florística y evaluación de parámetros ecológicos de la regeneración natural en los claros del bosque tropical de montaña; en parcelas permanentes establecidas en la microcuenca Q5, ubicada en la Estación Científica San Francisco; en las que se aplicó un tratamiento silvicultural en el año 2004.

En la fase de campo, altura, diámetro a la altura de la base (DAB) y estado fitosanitario de cada individuo fueron registrados; además la apertura de dosel de cada parcela fue medida. En la fase de escritorio, la composición florística de la regeneración natural en los claros fue determinada; parámetros ecológicos de la regeneración natural como: altura, diámetro basal, abundancia, densidad, frecuencia, riqueza, diversidad alfa, tasa de mortalidad, tasa de reclutamiento, crecimiento periódico anual, y, finalmente la apertura del dosel en el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural en los claros fueron evaluadas. Los resultados se compararon con datos obtenidos en dos períodos de evaluación anteriores.

La formación de claros producto de la aplicación del tratamiento silvicultural y la propia dinámica del bosque existente en el área de estudio, influyó en la composición florística y en el establecimiento del número de familias, géneros, especies e individuos, así como en los parámetros ecológicos de la regeneración natural; ya que variaciones significativas fueron evidenciadas en las parcelas establecidas en los diferentes períodos de evaluación. Las familias más representativas en términos de especies fueron: Solanaceae, Lauraceae, Piperaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae y Meliaceae.

Palabras clave: regeneración natural, caracterización florística, parámetros ecológicos, apertura de dosel, bosque tropical de montaña.

ABSTRACT

This research was focused on the floristic characterization and evaluation of ecological parameters of natural regeneration in the glades of the tropical mountain forest; into permanent plots established in the watershed Q5, located in the San Francisco Scientific Station; in which a silvicultural treatment was applied in 2004.

In the field phase, data of height, diameter at the height of the base (DHB) and plant health of each individual were registered; also opening of the canopy of each plot was measured. In the desk phase, the floristic composition of natural regeneration in glades was determined; ecological parameters of natural regeneration as: height, basal diameter, abundance, density, frequency, wealth, alpha diversity, mortality rate, recruitment rate, annual periodic growth, and finally the opening of the canopy in the establishment and development of the natural regeneration in glades were evaluated. The results were compared with data obtained in two previous evaluation.

The formation of the glades by the application of silviculture treatment and the own dynamic existing in the forest, influenced in the floristic composition and in the establishment of the number of families, kind, species and individuals; as well as ecological parameters of natural regeneration, since significant variations were evidenced in the plots established in the different assessment periods. The most representative families in terms of species were: Solanaceae, Lauraceae, Piperaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae and Meliaceae.

Keywords: natural regeneration, floristic characterization, ecological parameters, opening canopy, tropical mountain forest.

1. INTRODUCCIÓN

La cobertura forestal del planeta es el resultado de una larga evolución del reino vegetal, bajo la influencia de factores ambientales y antrópicos, tanto en el pasado como en la actualidad (Muñoz, 2002; Arias y Barrera, 2007). Alrededor del mundo los bosques presentan una lista inmensa y diversa de bienes y servicios forestales, aunque la capacidad de proporcionar esos bienes y servicios difiere según el tipo de bosque, y desde el punto de vista de los grupos que lo valoran (Muñoz, 2002; Castillo y Cueva, 2006; Arias y Robles, 2010; Jiménez y Becerra, 2011; Álvarez *et al.*, 2012; Balvanera, 2012).

Los Andes tropicales constituyen una región única en el mundo, debido a la diversidad de hábitats existentes, producto de la heterogeneidad ambiental y de los complejos gradientes espaciales (Jaramillo y Muñoz, 2009; Álvarez *et al.*, 2012; Jiménez, 2015); mismos que contienen la mayor parte de los bosques montanos de la región andina, con una enorme variabilidad ambiental y complejos patrones de diversidad de especies y ecosistemas (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008; Ariza *et al.*, 2009; Álvarez *et al.*, 2012). Según Álvarez *et al.* (2012) más de 20.000 especies de plantas son endémicas de los Andes tropicales y, aunque continúan los esfuerzos por cuantificarlas en cada país, muchos inventarios de diversidad vegetal están aún lejos de poder ser considerados como completos (Bussmann, 2003; Bussman, 2005).

Los bosques tropicales de montaña son reconocidos como uno de los 'hotspots' de biodiversidad global y también como eco-regiones prioritarias (Bussmann, 2003; Bussmann, 2005; Álvarez *et al.*, 2012); representan una de las prioridades de conservación mundial debido a su gran biodiversidad y alto nivel de endemidad y a su importante papel para la provisión de diferentes servicios ecosistémicos en la región (Jaramillo y Muñoz, 2009; Álvarez *et al.*, 2012; Jiménez, 2015). Sin embargo, estas zonas son uno de los ecosistemas menos conocidos y más amenazados en los trópicos como consecuencia,

principalmente, del cambio climático, de las altas tasas de deforestación y degradación, debidas a la expansión de actividades agropecuarias y la extracción de madera (Jiménez y Becerra, 2011; Álvarez *et al.*, 2012). Sin embargo, estudios confirman que los bosques montanos podrían estar particularmente en riesgo por el cambio climático, pues muchas de las especies de estos bosques se caracterizan por tener una adaptación limitada a la variación climática (Muñoz, 2002; Jaramillo y Muñoz, 2009; Arias y Robles, 2010; Álvarez *et al.*, 2012).

El sur del Ecuador, es florísticamente diverso especialmente en los bosques nublados del Parque Nacional Podocarpus (Bussmann, 2003; Kiss y Bräuning, 2008; Calva *et al.*, 2007). Estos bosques tropicales de montaña del Sur de Ecuador se caracterizan por la influencia de varios factores, como: abundante neblina, humedad y precipitación, menor oferta de luz, pendientes empinadas y frecuentes deslizamientos naturales; lo cual contribuye a la formación de un mosaico de tipos de vegetación, con características microclimáticas, edafológicas y de relieve muy diferenciadas (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008; Jiménez, 2015).

Para el estudio de los bosques en general se requiere desarrollar herramientas y procesos que brinden información veraz; ésto solo puede obtenerse por medio de parcelas permanentes de muestreo que son dispositivos de investigación a largo plazo, permanentemente demarcados y periódicamente medidos (CATIE, 2000; Cárdenas y Castro, 2002; Jiménez y Becerra, 2011), a partir de las cuales se puede recolectar información más exacta sobre la diversidad y riqueza de especies a nivel local, su proporción y distribución, así como la dinámica y el crecimiento o desarrollo del bosque (Melo y Vargas, 2001). Además estas unidades de muestreo sirven para evaluar el efecto de variables ambientales en la dinámica, estructura y composición del bosque, monitorear cambios y pronosticar tendencias en la estructura y composición del bosque (CATIE, 2000; Jiménez y Becerra, 2011).

Los trabajos de investigación ecológica sobre estos bosques son muy escasos y generalmente a nivel nacional, con pocos estudios realizados a nivel regional (Muñoz, 2002, Bussmann, 2003; Bussmann, 2005; Álvarez *et al.*, 2012; Canales, 2013; Jiménez, 2015). La falta de conocimiento sobre la dinámica de los bosques tropicales agrava más este problema, si se consideran que estos estudios requieren de altos costos y una variedad de trabajos silviculturales, en especial cuando se trata de grandes extensiones de terreno (Jaramillo y Muñoz, 2009; Canales *et al.*, 2013). Además, la distribución irregular de las especies forestales, su irregularidad en la fructificación, desconocimiento de la silvicultura de las especies forestales de interés comercial y la dinámica de la regeneración natural, son razones para que aún no se pueda realizar un manejo sostenible del bosque tropical, en especial de su regeneración (Melo y Vargas, 2001; Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez y Becerra, 2011). Al respecto, se destaca la necesidad de ampliar los sitios de muestreo y prolongar los períodos de medición en estudios a largo plazo de la estructura y función de bosques tropicales especialmente en regiones poco conocidas (Freitas, 1996; Jiménez y Becerra, 2011; Pardos *et al.*, 2012).

Mencionado lo anterior es importante resaltar que el éxito del manejo de un bosque tropical depende en gran parte de la existencia de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo (Günter, 2001; Hoyos *et al.*, 2011; Leigue, 2011); por tal razón, es indispensable generar los conocimientos o bases científicas sobre la dinámica de los bosques, en especial de la regeneración natural (Jaramillo y Muñoz, 2011; Jiménez y Becerra, 2011; Lucas *et al.*, 2013). No obstante es necesario aplicar un manejo forestal con bases científicas que reconozcan ecosistemas forestales y necesidades económicas, empleando metodologías adecuadas de obtención de datos y desarrollando estrategias efectivas para la planificación y análisis (Cárdenas y Castro, 2002; Jaramillo y Muñoz, 2009; Arias y Robles, 2010; Pardos *et al.*, 2012) y por otro parte entender mejor la

respuesta actual y futura de los bosques tropicales ante el cambio global (Jiménez y Becerra, 2011; Leigue, 2011).

La importancia del presente trabajo radica en la caracterización florística y evaluación de parámetros ecológicos de la regeneración natural en los claros, del bosque tropical de montaña; en donde se aplicó hace 10 años un tratamiento silvicultural de liberación, que consistió en la selección de la especie forestal de interés y en la eliminación del competidor principal que limita las condiciones en las cuales se desarrolla. Así mismo, permitió generar información que contribuirá al conocimiento de la dinámica del ecosistema, que servirá de apoyo para desarrollar estrategias de manejo del recurso forestal, a largo plazo, para el uso sustentable del bosque tropical de montaña (Calva *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2007; Jaramillo y Muñoz, 2009; Quinto *et al.*, 2009; Leigue, 2011; Lucas *et al.*, 2013).

Considerando la importancia de llevar a cabo la presente investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

- Caracterizar florísticamente la vegetación en los claros del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco.
- Evaluar parámetros ecológicos de la regeneración natural en los claros del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA

2.1.1 Características del Bosque Tropical de Montaña

La Cordillera de los Andes forma la cadena montañosa más larga del planeta, misma que se extiende a lo largo de más de siete mil kilómetros, que abarcan latitudes tropicales, subtropicales y templadas (Álvarez *et al.*, 2012). Los Andes crean una región única, con una enorme heterogeneidad ambiental y complejos patrones de diversidad de especies y ecosistemas (Bussmann, 2003; Gálvez *et al.*, 2003; Arias y Robles, 2010). Los Andes tropicales cubren una área de aproximadamente 1.542.644 km² en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile; y contienen la mayor parte de los bosques montanos de la región andina (Álvarez *et al.*, 2012).

Los bosques tropicales montañosos de los Andes incluyen un complejo de formas biológicas fisonómicamente diferenciadas, dominadas por árboles de entre 10 m y 35 m de altura y un sotobosque con abundancia de líquenes, musgos y plantas herbáceas (Kiss y Bräuning, 2008). Los límites altitudinales de estos bosques son difíciles de establecer, debido a las interacciones de los diferentes factores que determinan sus características, entre ellos la geomorfología, el gradiente latitudinal, el tamaño de las montañas y el gradiente térmico vertical (Bussmann, 2003; Gálvez *et al.*, 2003). La vegetación que caracteriza a los bosques de montaña aparece generalmente a una altitud de 1.200 m.s.n.m. a 1.500 m.s.n.m. (Kiss y Bräuning, 2008; Álvarez *et al.*, 2012).

Los bosques montanos de los Andes tropicales, en particular los húmedos, albergan la mayor concentración de especies con área de distribución restringida de América del Sur (Kiss y Bräuning, 2008; Álvarez *et al.*, 2012). Esta característica se manifiesta en el alto número de endemismos de fauna y flora que presentan (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008; Jaramillo y Muñoz, 2009; Arias y Robles, 2010; Jiménez y Becerra, 2011). Las aves, los mamíferos, los anfibios, los insectos, las briofitas y las plantas

vasculares, están caracterizados por endemismos y una gran riqueza de especies (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008). Esta excepcional riqueza biológica ha sido atribuida, sobre todo, a tres factores históricos importantes: 1) el levantamiento de las cordilleras andinas durante una compleja serie de procesos orogénicos, 2) la conexión con América del Norte a través el istmo de Panamá, la cual permitió el intercambio biótico, y 3) las fluctuaciones climáticas durante el Pleistoceno, que dieron lugar a la fragmentación y al aislamiento de las poblaciones con la subsiguiente especiación y radiación adaptativa de muchos taxones (Kiss y Bräuning, 2008; Álvarez *et al.*, 2012).

En la actualidad, estos bosques son una de las principales prioridades de conservación global, siendo reconocidos como uno de los 'hotspots' de biodiversidad del mundo (Muñoz, 2002; Gálvez *et al.*, 2003; Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008), y también como eco-regiones prioritarias, áreas importantes para las aves por su riqueza de especies, amenazas y endemismos y focos de diversidad de plantas entre otros (Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez y Becerra, 2011, Álvarez *et al.*, 2012).

El sur del Ecuador, es florísticamente diverso especialmente en los bosques nublados del Parque Nacional Podocarpus (Bussmann, 2003; Calva *et al.*, 2007; Kiss y Bräuning, 2008). Bussmann (2003) menciona que la región fronteriza de Ecuador y Perú pertenece a las áreas biológicamente más diversas del mundo y por esto es un 'hotspots' por excelencia (Gálvez *et al.*, 2003; Bussmann, 2005).

Estos bosques tropicales de montaña del Sur de Ecuador se caracterizan por la influencia de varios factores, como: abundante neblina, humedad y precipitación, menor oferta de luz, pendientes empinadas y frecuentes deslizamientos naturales; lo cual contribuye a la formación de un mosaico de tipos de vegetación, con características microclimáticas, edafológicas y de relieve muy diferenciadas (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008; Leigue, 2011).

Los bosques de la reserva Biológica San Francisco muestran una inmensa diversidad florística en comparación a los otros bosques montanos de Ecuador (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008). Este se puede explicar por su posición al lado Sur-Oriental de la cadena andina. Esta área, representa la zona de transición entre los bosques húmedos de la Amazonía y las comunidades altoandinos, y al mismo tiempo la ruta de migración entre la selva baja y la costa del Pacífico, muestra una mezcla florística única (Gálvez *et al.*, 2003).

2.1.2 Funciones del Bosque Tropical de Montaña

En todo el mundo los bosques presentan una lista inmensa y diversa de bienes y servicios forestales, aunque la capacidad de proporcionar esos bienes y servicios difiere según el tipo de bosque, y desde el punto de vista de los grupos que lo valoran (Muñoz, 2002; Castillo y Cueva, 2006; Arias y Robles, 2010; Jiménez y Becerra, 2011; Álvarez *et al.*, 2012; Balvanera, 2012).

Los bosques nativos andinos son importantes para la estabilidad ambiental y la supervivencia del hombre, los bosques mantienen firme el suelo, proporcionan madera para construcciones, retienen la humedad y proveen de leña para el consumo de las familias de escasos recursos. En la actualidad, se reconoce que constituye una de las partes fundamentales para la protección y permanencia de las cuencas hidrográficas, protegen la biodiversidad en cuanto a plantas y animales, contienen productos forestales maderables y no maderables y presta un servicio ambiental como fijador de carbono (Muñoz, 2002; Castillo y Cueva, 2006; Kiss y Bräuning, 2008; Jiménez y Becerra, 2011).

2.1.3 Amenazas y Problemática del Bosque Tropical de Montaña

Los bosques tropicales de montaña representan un ecosistema muy frágil, debido a la presencia de fuertes pendientes que los hacen vulnerables a una erosión extremadamente acelerada en condiciones de intensas lluvias (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008).

Diversos factores han contribuido a la pérdida y degradación de estos bosques, los cuales continúan siendo sometidos a procesos de explotación, colonización, deforestación, fragmentación y extracción de recursos no maderables (Calva *et al.*, 2007; Jaramillo y Muñoz, 2009). Algunos de estos factores han sido: el crecimiento de la población, la desigualdad social, el establecimiento de cultivos ilícitos, la apertura de nuevas vías de comunicación y la falta de planificación en la expansión de varias actividades como la minería, la extracción de gas y los sistemas agropecuarios (Jiménez y Becerra, 2011). La deforestación en los Andes debe a una compleja interacción de diferentes fuerzas sociales, culturales, políticas, tecnológicas y económicas que se presentan en la región (Bussman, 2005; Álvarez *et al.*, 2012).

A escala regional, hay amenazas potenciales como el cambio climático, cuyos efectos aun resultan desconocidos en gran medida (Arias y Robles, 2010). El aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación podría tener un impacto negativo en el balance hídrico, elevando la altura promedio de la base de la capa de nubes orográficas, la reducción de la precipitación horizontal, la cantidad de días con niebla y la humedad relativa (Kiss y Bräuning, 2008). Estos cambios podrían afectar negativamente al ciclo y disponibilidad del agua, con consecuencias tanto para las comunidades vegetales como para las de animales. Los bosques montanos podrían estar particularmente en riesgo por el cambio climático, pues muchas de las especies de estos bosques se caracterizan por tener una adaptación limitada a la variación climática. Generalmente se espera que las especies respondan al cambio climático mediante cambios en sus áreas de distribución, desplazándose hacia mayores latitudes y altitudes, pero puede que, por limitaciones geográficas, las especies de los Andes tropicales no tengan a donde migrar, especialmente las que habitan las cimas (Álvarez *et al.*, 2012).

Existen grandes vacíos en el conocimiento de los bosques montanos andinos tropicales, incluso en los listados de sus especies (Muñoz, 2002; Kiss y Bräuning, 2008; Leigue, 2011). Proyectos para el estudio y la descripción de

formaciones de vegetación tropical están muy complicados por la inmensa diversidad de especies de la región, mosaicos de vegetación muy complejos y problemas de taxonomía y logística (Bussmann, 2003; Gálvez *et al.*, 2003). Más de 20.000 especies de plantas son endémicas de los Andes tropicales y aunque continúan los esfuerzos por cuantificarlas en cada país, muchos inventarios de diversidad vegetal están aún lejos de poder ser considerados como completos (Bussmann, 2003; Gálvez *et al.*, 2003; Álvarez *et al.*, 2012).

Además, las interacciones entre especies y su contribución al funcionamiento de los ecosistemas han sido poco exploradas en la región y los factores que determinan la vulnerabilidad de las diferentes especies, tales como la densidad de población humana, las características biológicas y ecológicas y los requerimientos fisiológicos son poco conocidos (Bussmann, 2003; Bussmann, 2005; Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez y Becerra, 2011, Muñoz, 2014). El déficit de información científica especialmente incluye los aspectos de regeneración (Bussman, 2005; Jaramillo y Muñoz, 2009; Muñoz y Muñoz, 2010; Leigue, 2011) y uso de los bosques montanos y los procesos de sucesión después de impactos naturales o antrópicos (Jaramillo y Muñoz, 2009). Los requisitos del hábitat y el potencial para regeneración de las especies maderables importantes están casi completamente desconocidas (Bussmann, 2003; Gálvez *et al.*, 2003; Leigue, 2011). No obstante, se han llevado a cabo iniciativas de investigación en algunos países que han permitido conocer mejor los bosques andinos en términos de su composición florística y faunística (Álvarez *et al.*, 2012). Sin embargo, se desconoce en gran medida los impactos de la intervención humana en la función y las respuestas a los efectos del cambio climático de estos bosques. Se trata por tanto, de uno de los ecosistemas menos conocidos en los trópicos (Muñoz, 2002; Bussmann, 2003; Bussmann, 2005; Leigue, 2011; Álvarez *et al.*, 2012).

Por la situación actual se hace indispensable, la caracterización de la vegetación y descripción de la dinámica natural del crecimiento de los árboles, especialmente en lo que se refiere al crecimiento y a las variables que intervienen en el incremento diamétrico y basimétrico, como la aplicación de

tratamientos silviculturales que favorezcan la iluminación de las copas especialmente de especies de interés (Muñoz, 2002; Muñoz y Muñoz, 2010; Jiménez y Becerra, 2011; Leigue, 2011; Muñoz, 2014).

2.2 MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE

Fredericksen y Peralta (2001) mencionan que los bosques tropicales, por su potencialidad forestal, medicinal, turismo y las funciones ecológicas que cumplen, están en la mira de muchos grupos de interés económico. Así mismo, Balvanera (2012) afirma que las sociedades transforman conscientemente los bosques tropicales para obtener ciertos servicios ecosistémicos, sobre todo los de suministro, con el objetivo de mejorar su calidad de vida. Y si el aprovechamiento de los bosques naturales, continúa bajo los sistemas tradicionales de explotación forestal o un uso inadecuado del suelo, Muñoz (2002) sostiene que esto conllevaría a fuertes impactos ecológicos con grandes repercusiones.

Aunque, Pinto *et al.* (2011) señalan que el aprovechamiento forestal, en el contexto de un sistema de manejo planificado, puede generar impactos positivos si cumple con requisitos de extracción de bajo impacto y se complementa con tratamientos silviculturales para favorecer el crecimiento de la regeneración natural y los árboles de futura cosecha. Sin embargo, Balvanera (2012) asegura que las actividades de manejo también tienen consecuencias no intencionales sobre el funcionamiento de los bosques tropicales y su capacidad de proveer servicios ecosistémicos; cuya magnitud de las consecuencias del manejo depende de la intensidad, frecuencia, magnitud y duración de las distintas actividades.

Por tal razón la conservación y el manejo sostenible de los bosques son aspectos que recobran importancia para el desarrollo de la sociedad contemporánea por la calidad y cantidad de bienes y servicios que nos brindan (Fredericksen y Peralta, 2001; Arias y Robles, 2010; Balvanera, 2012). Sin duda, el manejo forestal sostenible debe comprender bases científicas que reconozcan ecosistemas forestales y necesidades económicas, empleando

metodologías adecuadas de obtención de datos y desarrollando estrategias efectivas para la planificación y análisis (Jaramillo y Muñoz, 2009).

Fredericksen y Peralta (2001) afirman que para un uso racional del bosque y para la elaboración de planes de manejo es necesario contar con información sobre la estructura y composición del bosque, así como también con información sobre el crecimiento y supervivencia de las especies arbóreas. Si bien, existen muchos factores que intervienen en la sostenibilidad del manejo forestal, pero el más importante es probablemente la regeneración natural que asegure la continuidad de los procesos ecológicos del bosque (Calva *et al.*, 2007; Pinto *et al.*, 2011). Por esta razón, es muy importante que los encargados del manejo de los bosques conozcan la dinámica existente en estos ecosistemas (Fredericksen y Peralta, 2001; Pinto *et al.*, 2011).

Otros autores confirman que el éxito del manejo de un bosque tropical depende en gran parte de la existencia de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo (Calva *et al.*, 2007; Jaramillo y Muñoz, 2009; Pinto *et al.*, 2011). Asegurar el reemplazo de individuos aprovechados ha sido una preocupación constante para los ecólogos y especialistas forestales, con el fin de mantener la estructura y composición de los bosques (Günter, 2001; Leigue, 2011).

El sector forestal y la industria maderera de las provincias de Loja y Zamora-Chinchipe están viviendo una crisis acelerada y profundizada por la mala situación económica del país. Se puede observar la destrucción de los bosques para establecer pastizales, así como también la tala selectiva y la ausencia de reforestación con especies nativas (Bussmann, 2005; Jaramillo y Muñoz, 2009). A largo plazo, los bosques naturales de la región son la fuente más importante de trabajo. Su protección no sólo depende de los agricultores y ganaderos, sino especialmente de los esfuerzos gubernamentales para difundir e implicar programas de manejo como el dar incentivos para la reforestación con especies nativas (Bussmann, 2005). Por esta razón, el Ministerio del Ambiente a través de la Dirección Nacional Forestal, es la

Institución encargada de proveer las directrices para la aplicación de la ley y normativa para el manejo forestal sustentable y el aprovechamiento de los recursos forestales maderables y no maderables (Arias y Robles, 2010).

Como alternativa de manejo de estos bosques, se realizan estudios ecológicos silviculturales necesarios para la puesta en marcha de planes de manejo sostenibles (Muñoz, 2002). Por lo tanto, el manejo forestal sustentable puede convertirse en una herramienta importante para establecer equilibrios entre el aprovechamiento sustentable de los recursos del bosque, la conservación de la biodiversidad y el crecimiento económico que propenda a mejorar las condiciones de vida de la población (Muñoz y Muñoz, 2010; Chalco y Paccha, 2013).

2.2.1 Tratamientos Silviculturales

Jiménez y Becerra (2011) definen a la silvicultura como la ciencia y el arte de cultivar el bosque y sus productos. Otros autores definen la silvicultura como la práctica de controlar el establecimiento de la regeneración natural, crecimiento de árboles, composición del bosque y como reducir el impacto del aprovechamiento (Fredericksen y Peralta, 2001; Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez y Becerra, 2011; Pinto *et al.*, 2011). Por otro lado, un sistema silvicultural es una secuencia de tratamientos silviculturales realizada para obtener un resultado deseado (Pinto *et al.*, 2011). A su vez, los tratamientos silviculturales son intervenciones que se realizan en un bosque existente, con el propósito de controlar su composición, estructura, dinámica y longevidad (Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez y Becerra, 2011). Existen dos tipos de tratamientos, los que favorecen el establecimiento de nueva regeneración y los dirigidos a favorecer el crecimiento de los árboles establecidos (Jiménez y Becerra, 2011).

El objeto de los tratamientos silviculturales es provocar cambios en la estructura del bosque con la finalidad de asegurar el establecimiento de la regeneración e incrementar el crecimiento en función de un beneficio económico. Estos se planifican a través de un muestreo diagnóstico que se

realiza después del aprovechamiento. Estos tratamientos dependen de las características del bosque, capacidades de quienes lo manejan y recursos disponibles (Manzanero y Pinelo, 2004).

Según Jaramillo y Muñoz (2009) y Pinto *et al.* (2011) existen los siguientes tratamientos silviculturales:

- Aprovechamiento: además de generar ingresos, permite dinamizar el ecosistema mediante la apertura de claros. La planificación del aprovechamiento se inicia con un inventario forestal y cortas anuales.
- Liberación de copa: se aplica para favorecer a aquellos árboles, prometedores productores de madera, que se encuentran en una situación de competencia desfavorable. Este tratamiento consiste en tala, anillamiento y/o envenenamiento de los árboles que impiden el desarrollo de los árboles deseables.
- Liberación de lianas: se cortan las lianas liberando las copas de los árboles y evitando que al momento de caer el árbol este dañe las copas de sus árboles vecinos. Es necesario realizar antes del aprovechamiento para su rápida descomposición.
- Refinamiento: es la eliminación de árboles de especies no comerciales con diámetro superior a un determinado límite, definido para cada bosque, para evitar la entrada excesiva de la luz y el establecimiento de vegetación no deseada.
- Mejora: se realiza cuando el aprovechamiento es selectivo, o sea, solo se sacan árboles de especies comerciales de buenas características para su industrialización. Contribuye a disminuir la competencia, lo que incrementa el crecimiento de la masa remanente.

El monitoreo de un tratamiento silvicultural es un aspecto importante en cualquier programa de manejo forestal (Muñoz, 2014). Para realizar este monitoreo se utilizan parcelas permanentes, las cuales tienen un rol importante en la investigación ecológica y de manejo de los bosques naturales; un uso principal es la parametrización, calibración y verificación de modelos de

crecimiento y ha sido utilizado en algunos estudios de bosques naturales tropicales (Jiménez y Becerra, 2011).

Según Manzanero y Pinelo (2004) el muestreo silvicultural tiene como objetivo determinar el estado de la regeneración natural del bosque después del aprovechamiento y el tipo de tratamiento silvicultural que se recomienda para su manejo. Existen tres tipos de muestreos silviculturales, estos son: muestreo diagnóstico, muestreo de remanencia y muestreo silvicultural. Jaramillo y Muñoz (2009) manifiestan que estas tres herramientas, complementadas con el levantamiento de parcelas permanentes de medición, cumplen los siguientes objetivos:

- Conocer el incremento en altura y clase diamétrica de las especies deseables mayores a 10 cm en diámetro a la altura del pecho (DAP), en relación con el bosque natural.
- Conocer el crecimiento y mortalidad de la regeneración natural de las especies deseables sobresalientes.
- Monitorear cambios y pronosticar tendencias de la estructura y composición florística de la vegetación.
- Determinar los efectos de la apertura del dosel, y de la eliminación de árboles competidores, en la mortalidad, reclutamiento y abundancia de regeneración.
- Determinar la relación entre el incremento y exposición de la copa, forma de copa e infestación de lianas leñosas.

En los bosques tropicales se han aplicado varios tratamientos silviculturales como: liberación, refinamiento, raleo, mejoramiento o saneamiento, corta del dosel medio (dosel protector), corta de lianas, modificaciones al suelo, limpieza del sotobosque, entre otros (Jiménez y Becerra, 2011). Fredericksen y Peralta (2001) manifiestan que en bosques húmedos tropicales, el factor más limitante para el crecimiento de árboles es la luz. Por lo tanto, muchos tratamientos silviculturales tienen como objetivo

cambiar la estructura del bosque para aumentar la intensidad de luz en el rodal residual.

2.3 REGENERACIÓN NATURAL

Según Quinto *et al.* (2009) los bosques húmedos tropicales son sistemas dinámicos, descritos como mosaicos de parches de tamaños y etapas diferentes de regeneración, originados por la caída de árboles; en estos ecosistemas se presentan constantemente procesos como polinización, diseminación y germinación, que constituyen la dinámica de los bosques.

En los bosques tropicales de montaña, la regeneración natural es una característica fundamental para asegurar la sostenibilidad del recurso florístico a través del tiempo (Calva *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2007; Jaramillo y Muñoz, 2009; Sánchez *et al.*, 2011). La regeneración natural constituye un proceso estocástico (Jiménez, 2015), dentro de la dinámica forestal, que varía en función de la interacción de distintos parámetros ambientales (Rodríguez *et al.*, 2007). Ésta integración e interacción de factores, hace que la regeneración natural se constituya en un proceso complejo, de comportamiento difícilmente predecible (Rodríguez *et al.*, 2007; Lucas *et al.*, 2013); por lo que requiere de un monitoreo, análisis y evaluación a mediano y largo plazo (Pardos *et al.*, 2007; Lucas *et al.*, 2013, Jiménez, 2015).

Para Benítez (2002) la regeneración del bosque tropical de montaña está ligada firmemente a las perturbaciones que ocurren en los ecosistemas de forma natural o por la intervención del ser humano; las perturbaciones se generan por la simple caída de un árbol hasta por la apertura de pequeños y grandes claros; el tipo de regeneración, su magnitud y la dinámica de su emergencia dependen básicamente, del tamaño de los claros producidos.

El establecimiento de la regeneración depende de la duración y cantidad de la luz, y el sistema de distribución y dispersión de las semillas (Pinto *et al.*, 2011). Así mismo, las semillas y las plántulas son los componentes de la regeneración natural, que dependiendo de las influencias

bióticas y abióticas, determinan la composición futura de un bosque (Fredericksen y Peralta, 2001; Pinto *et al.*, 2011). Sin embargo, la falta de regeneración puede tener muchas causas, como la falta de árboles semilleros, producción irregular de semillas, altas tasas de depredación de semillas y herbivoría en individuos jóvenes, bajas tasas de germinación, falta de suficiente luz, y/o la excesiva competencia de lianas (Fredericksen y Peralta, 2001).

Castillo y Cueva (2006) mencionan que el estudio de la regeneración natural, es uno de los aspectos prioritarios de la actividad forestal, por la reducción de costos que producirán si se puede inducir una regeneración de especies valiosas cuantitativa y cualitativamente lo suficiente para remplazar los árboles aprovechados. Además, la regeneración natural constituye un indicador clave que tiene que ser considerado a la hora de planificar el manejo forestal de zonas boscosas pues permite evaluar la sucesión de especies en los primeros estadios de los claros de bosques (Fredericksen y Peralta, 2001; Pinto *et al.*, 2011; Muñoz, 2014).

2.3.1 Clasificación de la Regeneración Natural

Según Jaramillo y Muñoz (2009), la regeneración natural se clasifica de acuerdo a dos criterios: al requerimiento de luz y al tamaño alcanzado. De acuerdo a su dimensión la regeneración natural puede ser: Plántula, individuos de 0,10 a 0,29 m; brinzal, individuos de 0,30 a 1,50 m de altura; latizal bajo, de 1,50 m de altura a 4,9 cm de DAP; latizal alto, de 0,5 cm a 9,9 cm de DAP y fustal, mayores de 10 cm de DAP).

De acuerdo al requerimiento de luz, la clasificación es la siguiente: Heliófitas efímeras (se establecen y crecen solamente en claros grandes), heliófitas durables (se establecen bajo dosel pero requieren de claros para crecer, esciófitas parciales (se establecen y crecen bajo dosel, pero exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro y esciófitas totales (se establecen y crecen bajo dosel) (Jaramillo y Muñoz, 2009; Pinto *et al.*, 2011; Jiménez, 2015).

2.4 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LA REGENERACIÓN NATURAL

Canales *et al.* (2013) manifiestan que el estudio de la composición de los bosques amazónicos es importante en las investigaciones silviculturales porque permite efectuar deducciones importantes del origen, dinamismo y tendencias del futuro desarrollo de las comunidades forestales; ofrecen datos sobre las condiciones de hábitat y su influencia formativa de los árboles del trópico y son bases importantes para poder delinear las técnicas silviculturales a aplicar (Jaramillo y Muñoz, 2009; Chalco y Paccha, 2013).

Por tanto, la colonización de las especies en el bosque puede verse limitada por factores como: historia del uso de la tierra, longevidad de las semillas, mecanismos de dispersión, periodicidad de fructificación y producción de semillas. Sin duda, la interacción entre estos factores ecológicos es determinante en la composición florística de un bosque (Jiménez y Becerra, 2011; Jiménez, 2015).

Consecuentemente, el análisis de la composición florística es importante, debido a que se constituye en uno de los aspectos más relevantes de una comunidad, pues las especies presentes influyen en los procesos ecológicos fundamentales para la sostenibilidad, determinan tanto el valor comercial como el valor de conservación de la comunidad (Muñoz, 2014; Jiménez, 2015). Aunque, Jaramillo y Muñoz (2009) señalan que trabajar con la composición florística de la regeneración natural en los primeros estadios constituye un reto debido a que una de las principales características de los bosques tropicales es su heterogeneidad, por lo tanto se pueden encontrar diferentes composiciones florísticas de un sitio a otro.

2.5 PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA REGENERACIÓN NATURAL

Cárdenas y Castro (2002) mencionan que al realizar el manejo de la regeneración natural es importante tener en cuenta los siguientes datos en el área de estudio, a través de parcelas: Número de especies, abundancia y frecuencia de las especies, altura de las especies, diámetro de las especies,

número de árboles en área de muestreo, pendiente del terreno, línea de inventario de la regeneración natural, posibles tipos de tratamientos silviculturales, estado de desarrollo del bosque, situaciones naturales y distribución natural (Chalco y Paccha, 2013; Jiménez, 2015). Los resultados que se obtienen, a partir de esta información, sirve como base fundamental para la toma de decisión en el manejo de la regeneración natural (Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez, 2015).

La diversidad es uno de los principales parámetros ecológicos, que se debe analizar en la regeneración natural, misma que se compone de dos elementos, variedad o riqueza y abundancia relativa de especies; su expresión se logra mediante el registro del número de especies, la descripción de la abundancia relativa o mediante el uso de una medida que combine los dos componentes (Jiménez, 2015). La diversidad de especies se mide, a través de Índices, tales como: Shannon-Wiener, Simpson, Berger Parker, etc., (Melo y Vargas, 2001; Jiménez, 2015)

El término riqueza de especies, hace referencia al número de especies presentes en una comunidad, las dificultades de utilizar esta medida, radica en que a menudo no es posible medir la totalidad de especies presentes en la comunidad (Melo y Vargas, 2001). Otro concepto de gran importancia en los estudios de diversidad biológica es el de uniformidad o equidad, el cual hace referencia a la cuantificación de comunidades cuyas especies están representadas con diferente número de individuos, frente a una comunidad hipotética en la cual todas las especies están igualmente representadas (Jiménez, 2015). Por otro lado el término heterogeneidad, combina la riqueza de especies y la uniformidad y se refiere a la probabilidad de que dos individuos extraídos al azar de una población, pertenezcan a especies diferentes (Melo y Vargas, 2001).

También es importante mencionar que la riqueza de especies depende de la ubicación geográfica del sitio por las variaciones climáticas (temperatura, precipitación, disponibilidad de luz, etc.) que se presentan de un sitio a otro.

Así, conforme aumenta la altitud y latitud disminuye la diversidad de especies (Leiva, 2001).

La distribución diamétrica de un bosque es reflejo de la interacción de las especies y de su capacidad intrínseca y de la estrategia para mantenerse a lo largo del tiempo y sobrevivir a los cambios a que están sometidos (Siteo, 1992). Por lo tanto, la distribución diamétrica permite determinar la capacidad que tienen los bosques de sustituir los árboles grandes que mueren, a través de árboles jóvenes ubicados en las clases diamétricas menores (Lamprecht, 1990).

2.6 ESTUDIOS RELACIONADOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Entre los estudios que se han realizado en el área de interés, relacionados al tema de investigación, se pueden citar los siguientes: Los bosques montanos de la reserva biológica San Francisco (Zamora Chinchipe, Ecuador), zonación de la vegetación y regeneración natural (Bussmann, 2003); bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso (Bussmann, 2005); propagación a nivel de invernadero y estudio de regeneración natural de dos especies de Podocarpáceas en su hábitat natural (Castillo y Cueva, 2006); impacto de la luz sobre la regeneración natural de Podocarpáceas en los bosques de San Francisco y Numbala (Calva *et al.*, 2007); evaluación de la regeneración natural de especies forestales del bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo (Jaramillo y Muñoz, 2009) y evaluación de la composición florística de la regeneración natural del bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivos (Muñoz y Muñoz, 2010).

A continuación, se nombran otros estudios más actuales: Efecto de la iluminación de copa sobre el crecimiento de árboles de nueve especies forestales, y sus implicaciones para el manejo forestal en la Estación Científica San Francisco (Jiménez y Becerra, 2011); evaluación del impacto en la

regeneración natural en áreas intervenidas y no intervenidas por la tala selectiva, en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco (Chalco y Paccha, 2013); análisis de la influencia de la luz en la regeneración natural de especies forestales, del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco (Jiménez, 2015) y efectos en la regeneración natural en claros por tratamientos silviculturales en un bosque tropical de montaña del sur del Ecuador (Muñoz, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación Política

La presente investigación se desarrolló en la microcuenca Q5, establecida en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco (ECSF). Según Jaramillo y Muñoz (2009) y Muñoz y Muñoz (2010) la estación se encuentra ubicada en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus (PNP), a 30 kilómetros de la ciudad de Loja, en la parroquia Sabanilla, cantón Zamora, de la provincia de Zamora Chinchipe (Figura 1).

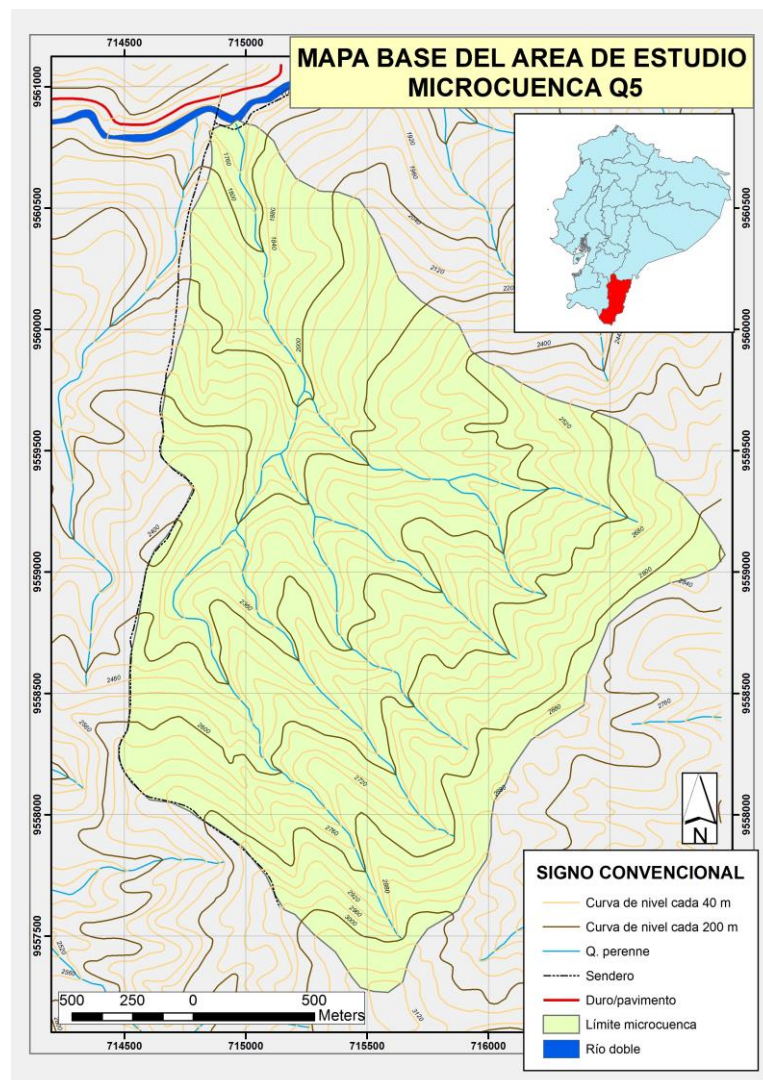


Figura 1. Mapa base del área de estudio.

Limita al norte con el río San Francisco, al sur con el Parque Nacional Podocarpus, al este con la quebrada San Ramón y al oeste con el cantón Loja (Jiménez y Becerra, 2011). La ECSF se localiza entre 1.800 m.s.n.m. a 3.200 m.s.n.m., posee una superficie aproximada de 1.000 ha; de las cuales, el área de investigación corresponde a la microcuenca Q5, misma que tiene un área de 473 ha (Muñoz y Muñoz, 2010).

3.1.2 Ubicación Geográfica

La Estación Científica San Francisco se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas (Ganzhi, 2006 y Jiménez, 2015):

03° 58' 44" a 04° 00' 13" Latitud Sur

79° 03' 29" a 79° 05' 04" Longitud Oeste

3.1.3 Descripción

El área de estudio presenta las siguientes características en cuanto a:

3.1.3.1 Clima

La Estación Científica San Francisco ostenta un clima tropical húmedo de alta montaña (Kiss y Bräuning, 2008). En los diferentes niveles altitudinales de la ECSF predominan distintas condiciones climáticas: a una altura de 1.950 m.s.n.m. caen alrededor de 2.000 mm de precipitación con un período extremo de lluvia en los meses de abril a julio y un período de menor humedad que comprende desde septiembre a diciembre (Kiss y Bräuning, 2008; Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez y Becerra, 2011), y la temperatura se encuentra cerca de los 15 °C; a los 2.650 m de altura llueve durante casi todo el año, alcanzando los 4.000 mm, con una temperatura promedio de 10 °C (Kiss y Bräuning, 2008; Muñoz, 2009).

3.1.3.2 Pisos altitudinales y tipos de vegetación

Según Castillo y Cueva (2006) las pendientes más pronunciadas presentan principalmente: Melastomataceae, Lauraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae; la flora de piso está dominada por grandes helechos

particularmente Dryopteridaceae y algunas hierbas grandes, principalmente Lobeliaceae; mientras que las pendientes menos pronunciadas de la ECSF están dominadas por especies de las familias: Euphorbiaceae, Solanaceae, Cecropiaceae y Lauraceae.

Muñoz (2009) manifiesta que en la ECSF se encuentran los siguientes tipos de vegetación, según su altitud:

- **Bosque montano bajo siempre verde**

Se presenta desde los 1.000 m.s.n.m. a 2.170 m.s.n.m. El dosel superior alcanza altura de hasta 30 m. Las principales especies de árboles son: *Tabebuia chrysantha* (guayacán), *Cedrela montana* (cedro), *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopytis montana* (Podocarpus), entre otras.

- **Bosque montano alto siempre verde**

Ocurre desde los 2.170 m.s.n.m. a 2.650 m.s.n.m. El dosel superior alcanza altura de hasta 15 m. Algunas especies frecuente son: *Myrica pubescens* (laurel de cera), *Myrsine andina* (limoncillo), *Axinea macrophylla* (garra de diablo), *Weinmania elliptica*, *W. fogaroides* (cashco), *Clethra fogifolia* (duco) entre otras.

- **Páramo arbustivo**

Distribuido desde 2.650 m.s.n.m. a 3.180 m.s.n.m. La mayoría del páramo arbustivo consiste en una mezcla de hierbas y pastos, juntos con musgos y líquenes.

La secuencia de pisos altitudinales frecuentemente no es completa, si se la observa de forma global, pero en esta zona de los Andes está bien constituida y diferenciada. Las distintas formas de vegetación en la zona de estudio se distribuyen desde el nivel submontano hasta el alpino que, según la clasificación de Humboldt, corresponden a tierra templada y tierra fría, respectivamente. Entonces, de forma secuencial, luego de los bosques húmedos siempre verdes premontanos, siguen los bosques húmedos

montanos de las estribaciones de los Andes, que incluyen al bosque enano o achaparrado en las partes más altas, y finalmente el piso del páramo (Kiss y Braüning, 2008)

Además en los alrededores de la ECSF, existen un mosaico de diferentes usos de suelo, en las que se distinguen: bosque primario, bosque secundario, plantaciones de pino, arbustos, pastos, áreas de llashipa y tierras dedicadas a la agricultura (Muñoz, 2009; Chalco y Paccha, 2013).

3.1.3.3 Composición florística de la regeneración natural en el área de estudio

Las especies de regeneración natural, que presentan mayor densidad y abundancia en la ECSF, son: *Chamaedorea pinnatifrons*, *Miconia punctata*, *Piper sp. 1*, *Elaeagia karstenii*, *Palicourea sp. 2* y *Palicourea sp. 4*. Las principales especies de interés comercial, que están en proceso de regeneración, son: *Hyeronima asperifolia*, *Hyeronima moritziana*, *Nectandra membranacea*, *Inga acreana* y *Cedrela sp.* (Muñoz y Muñoz, 2010).

Según Jaramillo y Muñoz (2009) la microcuenca Q5 presenta las siguientes características en cuanto a su diversidad y composición florística. En esta microcuenca se registraron 76 especies entre 5 cm y 20 cm de DAP, distribuidas en 52 géneros y 33 familias. Las familias más representativas son: Lauraceae con los géneros *Aniba*, *Nectandra*, *Ocotea*, *Persea* y *Pleurothyrium*; Rubiaceae con los géneros *Elaeagia*, *Faramea*, *Palicourea*, *Posoqueria* y *Psychotria*; Melastomataceae con los géneros *Miconia*, *Graffenrieda* y *Tibouchina*; Meliaceae con los géneros *Cedrela*, *Guarea*, *Ruagea* y *Trichilia*. La estructura vertical del bosque está conformado por tres estratos: superior (árboles mayores a 8 m de altura), medio (árboles entre 5-8 m de altura) y bajo (árboles menores a 5 m de altura). Las especies con mayor abundancia de regeneración natural son: *Geonoma sp.*, *Miconia sp.*, *Solanum sp.*, *Palicourea sp.2* y *Palicourea sp. 3*.

Chalco y Paccha (2013) manifiestan que en las parcelas permanentes, establecidas en los claros de bosque en la microcuenca Q5, las especies de regeneración natural se dividen en: 30 familias, 48 géneros y 68 especies.

3.1.4 Antecedentes del tratamiento silvicultural

La zona de estudio está dividida en 3 microcuencas denominadas Q2, Q3 y Q5. Estas microcuencas se diferencian por el tipo de tratamiento silvicultural aplicado en el 2004 (Figura 2); así, las microcuencas Q3 y Q5 son las áreas donde se aplicó un tratamiento denominado de liberación leve (18 árboles/ha removidos) y fuerte intervención (32 árboles/ha removidos), respectivamente; la microcuenca Q2 constituye el área testigo, es decir, que en esta zona no se implementó ningún tratamiento (Muñoz y Muñoz, 2010).

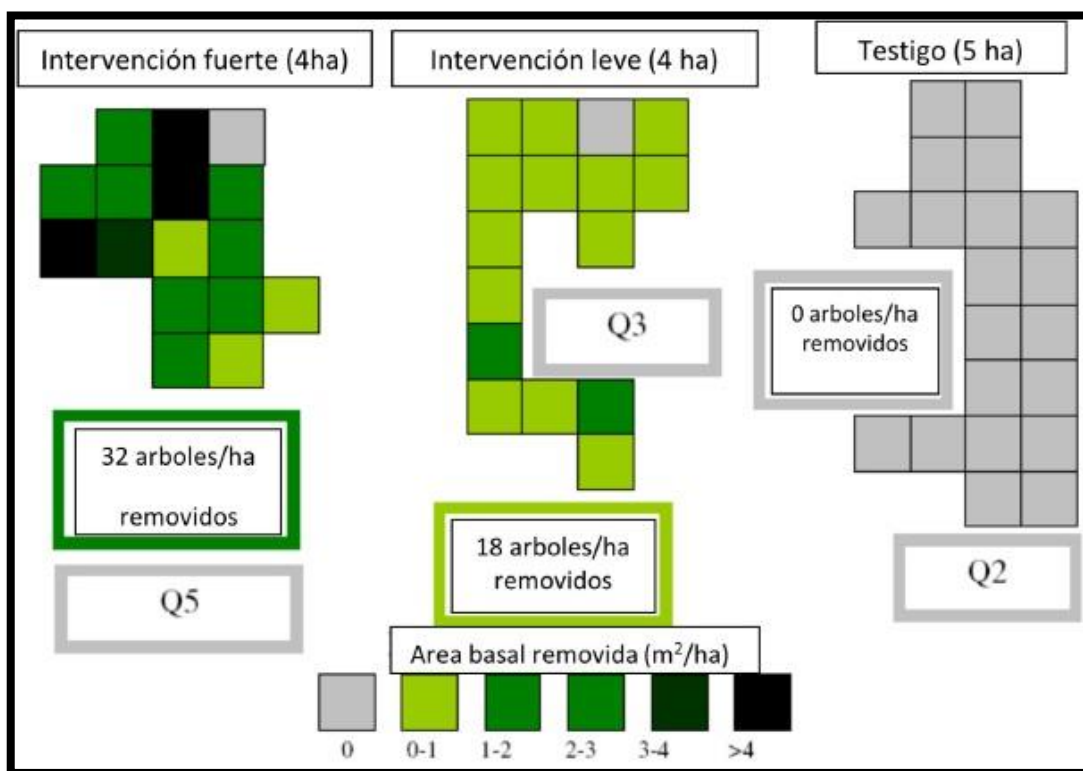


Figura 2. Distribución de las intensidades de raleo del tratamiento silvicultural en las tres microcuencas.

El tratamiento de liberación consistió en seleccionar 9 especies de interés comercial y ecológico, y eliminar su principal competidor; las especies

seleccionadas fueron: *Cedrela montana*, *Tabebuia crhysantha*, *Podocarpus oleifolius*, *Hyeronima asperifolia*, *Hyeronima moritziana*, *Ficus subandina*, *Inga acreana*, *Clusia ducuoides* y *Nectandra membranacea* (Jaramillo y Muñoz, 2009; Jiménez y Becerra, 2011).

Con el objetivo de analizar el impacto de este tratamiento silvicultural en la regeneración natural del bosque tropical de montaña, se establecieron 51 parcelas de 50 m x 50 m, dentro de las cuales se instalaron 51 subparcelas de 12 m x 12 m, y a su vez dentro de éstas se ubicaron 335 subparcelas permanentes de 2 m x 2 m, distribuidas de la siguiente manera: 95 en la microcuenca Q2, 80 en la microcuenca Q3 y 160 en la microcuenca Q5; en la microcuenca Q5 de las 160 subparcelas permanentes de 2 m x 2 m (Jiménez, 2015); se establecieron 80 subparcelas permanentes en el sotobosque y 80 subparcelas permanentes en claros (Chalco y Paccha, 2013).

3.2 MÉTODOS

Cabe aclarar que la presente investigación se realizó únicamente en la microcuenca Q5, donde se aplicó el tratamiento silvicultural de liberación fuerte; en esta microcuenca existen 80 subparcelas permanentes establecidas en los claros del bosque de la Estación Científica San Francisco, mismas subparcelas que constituyen las unidades de muestreo para el presente estudio. También es importante mencionar que la evaluación se ha realizado en tres niveles; pues anteriormente ya se han realizado dos períodos de evaluación; la primera realizada por Jaramillo y Muñoz (2009) y la segunda hecha por Chalco y Paccha (2012); y el tercer nivel se lo realizó en el presente trabajo; mismo que consistió en caracterizar la composición florística y evaluar parámetros ecológicos de la regeneración natural en los claros de bosque, con el propósito de contribuir al conocimiento de la dinámica del ecosistema, que servirá de apoyo para desarrollar estrategias de manejo del recurso forestal, a largo plazo, para el uso sustentable del bosque tropical de montaña; pues el éxito del manejo de un bosque depende en gran parte de la existencia

de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo.

Para cumplir con los objetivos planteados, el estudio se realizó según la metodología utilizada por Jaramillo y Muñoz (2009) y Chalco y Paccha (2013), la misma que se describe a continuación:

3.2.1 Caracterización florística de la vegetación en los claros, del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco

Para caracterizar florísticamente la vegetación en los claros de la microcuenca Q5, se registró datos de altura, diámetro a la altura de la base (DAB) y estado fitosanitario de cada individuo que se encontró dentro de las 80 subparcelas permanentes. En el cuadro 1, se presenta la hoja de campo utilizada para la recolección de datos (Chalco y Paccha, 2013).

Cuadro 1. Hoja de campo para recolección de datos para el cálculo de parámetros ecológicos.

Microcuenca: Fecha de evaluación:.....

Nº de parcela:

Código	Nombre científico	DAB* (cm)	h** (cm)	Herbivoría (%)	Observaciones

*DAB: Diámetro a la altura de la base.

**h: altura de la planta.

Debido a que los sitios de muestreo son parcelas permanentes, las especies localizadas dentro de ellas, están identificadas con su respectivo código; en el caso de las especies nuevas, fueron ingresadas, asignándoles un nuevo código y colocándoles su respectiva etiqueta. De cada nuevo individuo se tomó tres fotografías para su posterior identificación (Jaramillo y Muñoz, 2009; Chalco y Paccha, 2013). Así mismo, se identificó las especies fotografiadas en el Herbario de la Universidad Nacional de Loja.

En el cuadro 2 se presentó los resultados de la composición florística de la regeneración natural de los claros, según los períodos de evaluación.

Cuadro 2. Composición florística de la regeneración natural de los claros de bosque.

Período de evaluación	Tiempo*	Nº Familias	Nº Géneros	Nº Especies	Nº Individuos
------------------------------	----------------	--------------------	-------------------	--------------------	----------------------

* Tiempo transcurrido después de la aplicación del tratamiento silvicultural.

3.2.2 Evaluación de parámetros ecológicos de la regeneración natural en los claros, del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco

Para la evaluación de parámetros ecológicos de la regeneración natural en los claros, se consideró los individuos que estaban dentro de las categorías de tamaño y diámetro (cuadro 3 y 4), utilizadas por Jaramillo y Muñoz (2009). Se excluyó de la investigación especies rastreras y hierbas.

Cuadro 3. Categorías para evaluar la regeneración natural por alturas.

Categorías	Altura (cm)
I	5 – 50
II	50,1 – 100
III	100,1 – 150
IV	150,1 – 200
V-Brinzal	> 2 m y < a 5 cm de DAB*

***DAB:** Diámetro a la altura de la base.

Fuente: Aguirre y Aguirre (1999).

Cuadro 4. Categorías diamétricas para evaluar la regeneración natural.

Categorías	Diámetro basal (mm)
I	0,00 – 10,00
II	10,01 – 20,00
III	20,01 – 30,00
IV	30,01 – 40,00
V-Brinzal	40,01 – 50,00

Fuente: Aguirre y Aguirre (1999).

Cabe mencionar que los resultados de la presente investigación fueron comparados con datos obtenidos en investigaciones anteriores realizadas en la zona, en los años 2009 y 2012 (Jaramillo y Muñoz, 2009; Chalco y Paccha, 2013), con el fin de realizar un estudio de la dinámica de la regeneración natural.

A continuación se describe cada parámetro ecológico de la regeneración natural evaluado en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco:

- **Diámetro basal (DAB) y altura (h)**

De cada individuo se registró el diámetro a la altura de la base (DAB) en milímetros y la altura en centímetros, para lo cual se utilizó un calibrador y una cinta métrica, respectivamente. Las especies se clasificaron por categorías en función del DAB y altura (cuadro 3 y 4).

- **Abundancia (R)**

Es el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de todas las especies. Se aplicó la siguiente ecuación.

$$R = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Número total de individuos de todas las especies}} * 100$$

- **Densidad (D)**

Es el número de individuos de regeneración natural por un área o superficie determinada. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$D = \frac{\text{Número total de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada por ha}}$$

- **Frecuencia (Fr)**

Es la probabilidad de encontrar uno o más individuos de una determinada especie en una unidad muestral particular. Se expresa como el porcentaje del número de individuos muestrales en las que el individuo

aparece con relación al número total de unidades muestrales. Se aplicó la siguiente ecuación:

$$Fr = \frac{\text{Número de parcelas donde ocurre una especie "x"}}{\text{Número total de parcelas muestreadas}} \times 100$$

- **Riqueza (R)**

Es el número de especies de regeneración natural que se registró en cada parcela de estudio.

- **Diversidad alfa**

La diversidad se calculó a través del Índice de Shannon, el cual mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad ‘extensa’ de la que se conoce el número total de especies S. Los rangos de diversidad de este Índice, se presentan en el cuadro 5. Para el cálculo de la diversidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^s (P_i)(\ln 2 P_i)$$

Donde:

H': Índice de la diversidad de la especie

S: Número de especies

Pi: Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln: Logaritmo natural

Cuadro 5. Rangos de diversidad del Índice de Shannon

RANGOS	SIGNIFICADO
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Fuente: Chalco y Paccha (2013).

Además, la diversidad se calculó con el Índice de Simpson con fines de comparación posterior.

- **Tasa de mortalidad (Tm)**

Se refiere al porcentaje de especies de árboles que mueren en un período de tiempo dado (Quinto *et al.*, 2009). El cálculo se lo determinó mediante la siguiente expresión:

$$Tm(\%) = \left[1 - \left(\frac{Ns}{No} \right)^{\frac{1}{t}} \right] * 100$$

Donde:

Tm: Tasa anual de mortalidad expresada en porcentaje

No: Número de individuos inicialmente inventariados

Ns: Número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo t de tiempo,
Ns=No-Mu

Mu: Número de individuos muertos en un intervalo t de tiempo

t: Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios

- **Tasa de reclutamiento (Tr)**

Es la capacidad que tiene el bosque para incrementar el número de individuos, como manifestación de la fecundidad de las especies o mejoras en las condiciones de su hábitat (Quinto *et al.*, 2009). El cálculo se realizó con la siguiente ecuación matemática:

$$Tr(\%) = \left[\left(\frac{No}{Nt} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$$

Donde:

Tr: Tasa anual de reclutamiento expresada en porcentaje

Nt: Número de individuos inicialmente inventariados más los individuos reclutados durante el período t de tiempo, Nt= No+ I

No: Número de individuos inicialmente inventariados

I: Número de individuos reclutados durante el intervalo t de tiempo
t: Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios

- **Crecimiento periódico anual**

Entendido como el incremento o crecimiento en altura o diámetro de las diferentes especies de regeneración natural durante un período determinado de años. La fórmula aplicada fue la siguiente:

$$IPA = (Y_{(t+n)} - Y_t)$$

Donde:

IPA: incremento periódico anual

Y: dimensión de la variable considerada

t: edad

n: período de tiempo (n = 1; para determinar el incremento periódico anual)

- **Calidad de la regeneración natural**

La calidad de la regeneración natural se estableció observando y determinando el estado fitosanitario de cada individuo, en base a la clasificación del cuadro 6.

Cuadro 6. Categorías de clasificación en función del estado fitosanitario.

Categoría	Estado fitosanitario	Descripción
I	Excelente	Sin lesiones de plagas o enfermedades
II	Muy bueno	Lesiones en un 25 % del área foliar
III	Regular	Lesiones en un 50 % del área foliar y el tallo
IV	Deficiente	Lesiones > al 75 % del área foliar y el tallo

Fuente: Jaramillo y Muñoz (2009)

- **Apertura del dosel**

Para determinar la apertura del dosel se utilizó un densiómetro esférico de copa, el mismo que está constituido de un espejo cóncavo, subdividido por una malla que consta de 24 cuadros. El procedimiento efectuado fue el aplicado por Jaramillo y Muñoz (2009) y se resume de la siguiente manera:

- Se colocó el densiómetro esférico sobre una base a una altura de 1,30 m del suelo.
- La medición se realizó en el centro de cada parcela.
- Se asumió cuatro puntos iguales por cada cuadrado de la cuadrícula del densiómetro y sistemáticamente se asignó un punto por cada cuarto del cuadrado. Los cuadros descubiertos corresponderán a la apertura del dosel.
- Se realizó cuatro lecturas por posición, en dirección al norte, sur, este y oeste. Estos valores se registraron en la respectiva hoja de campo (cuadro 7) y promediaron para obtener un solo valor.
- Para obtener el porcentaje de apertura del dosel, el promedio de las cuatro lecturas se multiplicó por la constante 1,04.

A continuación se presenta el cuadro 7, mismo que se utilizó para registrar las lecturas del densiómetro.

Cuadro 7. Hoja de campo para registrar las lecturas del densiómetro.

Código Parcela	Lectura 1 Norte	Lectura 2 Sur	Lectura 3 Este	Lectura 4 Oeste	Promedio

3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis estadístico se realizó en los software Microsoft Excel 2013, Estimates versión 2013 e InfoStat versión 2014. En Microsoft Excel, se desarrollaron cálculos y gráficos estadísticos de algunos parámetros ecológicos referentes a las especies de regeneración natural y a las parcelas de estudio, entre ellos, abundancia densidad, frecuencia, riqueza. En el

software Estimates versión 2013, se realizó los cálculos y gráficos estadísticos de la diversidad del área de estudio con el Índice de Shannon y Simpson.

Finalmente, con el software InfoStat versión 2014, se validaron los principios estadísticos para aplicar el análisis de varianza ANOVA y poder determinar diferencias significativas entre los períodos de evaluación y las variables ecológicas analizadas; además, se desarrollaron los cálculos y gráficos estadísticos concernientes a la apertura de dosel.

4. RESULTADOS

A continuación se presenta los resultados de la caracterización y evaluación de parámetros ecológicos de la regeneración natural de los claros de bosque, en tres períodos de evaluación: 2009, 2012 y 2014; estos períodos corresponden a 5, 8 y 10 años después de haber implementado un tratamiento silvicultural con intervención fuerte, respectivamente; en las subparcelas permanentes, establecidas en la microcuenca Q5, de la Estación Científica San Francisco.

4.1 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO

El número de familias, géneros, especies e individuos varía de acuerdo a los períodos de evaluación, siendo el año 2009, el período en el que se registra los valores más bajos, seguido por el año 2012, y finalmente, el año 2014, en este período se registra los mayores valores, presentando un total de 569 individuos, distribuidos en 109 especies, 79 géneros y 53 familias.

En el cuadro 8, se presenta la composición florística de la regeneración natural, en el cual se observa que conforme pasa el tiempo, el número de familias, géneros y especies va incrementando, a excepción del número de individuos.

Cuadro 8. Composición florística de la regeneración natural de los claros de bosque.

Período de evaluación	Tiempo*	Nº Familias	Nº Géneros	Nº Especies	Nº Individuos
2009	5 años después	33	52	75	555
2012	8 años después	37	61	90	486
2014	10 años después	53	79	109	569

* Tiempo transcurrido después de la aplicación del tratamiento silvicultural.

En el año 2012 se observa un decremento en el número de individuos en el área de estudio, lo cual puede atribuirse a la dinámica propia de este tipo de ecosistemas, debido a que las poblaciones se recuperan para el año 2014 (figura 3).

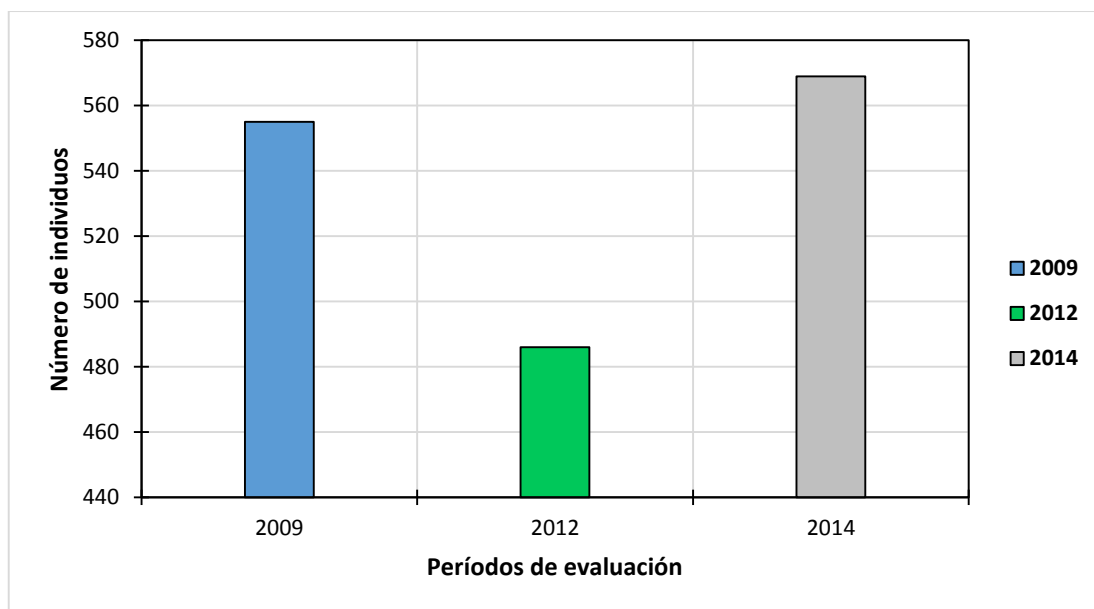


Figura 3. Número de individuos registrados en el área de estudio en tres períodos de evaluación.

Las familias más representativas (en términos de especies) del área de estudio fueron Solanaceae, Lauraceae, Piperaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae y Meliaceae. En el cuadro 9, se presenta el número de especies e individuos registrados en cada familia.

Cuadro 9. Familias más representativas, en términos de especie, del área de estudio en el último año de evaluación.

Familias	Nº Especies	Nº Individuos
SOLANACEAE	11	69
LAURACEAE	9	28
PIPERACEAE	8	41
MIMOSACEAE	6	52
RUBIACEAE	6	103
ARECACEAE	4	118
EUPHORBIACEAE	4	12
MELASTOMATACEAE	4	12
MELIACEAE	4	9

4.2 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS CLAROS, DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA, EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO

4.2.1 Abundancia y Densidad

Las especies de mayor abundancia y densidad registradas en el año 2009 (5 años después de la aplicación del tratamiento) fueron en un 66,7 % las mismas que en el año 2014 (10 años después del tratamiento). De estas especies, el 40 % ha incrementado su abundancia y densidad; mientras que el 60 % ha disminuido para el 2014.

En el cuadro 10 se presentan las especies de regeneración natural que registraron los valores más altos de densidad y abundancia para los años 2009, 2012 y 2014; y en el anexo 1 se puede observar la densidad y abundancia para todas las especies del área de estudio.

La abundancia y densidad de las especies de regeneración natural se modificó con el transcurso del tiempo, especies como *Psychotria sp.*, *Palicourea sp.* y *Faramea sp.* incrementaron gradualmente su abundancia y densidad desde el año 2009 hasta el 2014; al contrario de especies como *Inga sp.*, *Inga sp.2*, *Heliocarpus americanus* y *Solanum anisophyllum* que sufrieron disminución en el número de individuos hasta el año 2014.

Las condiciones ambientales presentes en el último período de evaluación favorecieron el desarrollo de especies como *Larnax sp.*, *Miconia sp.*, *Nectandra sp.*, y *Neea sp.*, tanto así, que en el año 2009, dichas especies no se encuentran entre las de mayor abundancia y densidad, pero para el año 2014, estas especies llegan a ocupar un lugar en la tabla que registra las mayores abundancias y densidades.

Cuadro 10. Especies de mayor abundancia y densidad en el área de estudio, en los años 2009, 2012, 2014.

Familia	Especie	Abundancia (%)			Densidad (Ind/ha)		
		2009	2012	2014	2009	2012	2014
ARECACEAE	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	18,92	19,14	18,98	3281,25	2906,25	3375
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.1</i>	8,11	7,82	4,39	1406,25	1187,50	781,25
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	5,77	6,38	6,50	1000,00	968,75	1156,25
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	4,50	5,14	6,33	781,25	781,25	1125,00
TILIACEAE	<i>Heliconia americana</i>	4,32	1,85	1,41	750,00	281,25	250,00
SOLANACEAE	<i>Solanum anisophyllum</i>	4,14	3,70	2,64	718,75	562,50	468,75
RUBIACEAE	<i>Faramea sp.</i>	3,96	5,14	4,22	687,50	781,25	750,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.2</i>	3,42	3,50	2,11	593,75	531,25	375,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	2,52	-	-	437,50	-	-
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sp.</i>	2,16	2,26	1,93	375,00	343,75	343,75
SAPINDACEAE	<i>Cupania sp.</i>	1,98	2,26	1,58	343,75	343,75	281,25
SOLANACEAE	<i>Larnax sp.</i>	-	1,65	2,99	-	250,00	531,25
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	-	-	2,70	-	-	468,75
LAURACEAE	<i>Nectandra sp.</i>	-	-	2,64	-	-	468,75
NYCTAGINACEAE	<i>Neea sp.</i>	-	-	2,11	-	-	375,00

- Especies que no se encuentran entre las de mayor abundancia y densidad en ese año.

En el área de estudio, la especie *Chamaedorea pinnatifrons* fue la que obtuvo mayor abundancia y densidad en los tres períodos de evaluación, superando con más del 50 % a las otras especies. En la figura 4, se presenta las especies con mayor abundancia y densidad registradas en el 2009, 2012 y 2014 (barra azul, verde y gris respectivamente); en la cual se puede observar con mayor precisión la afirmación anteriormente mencionada.

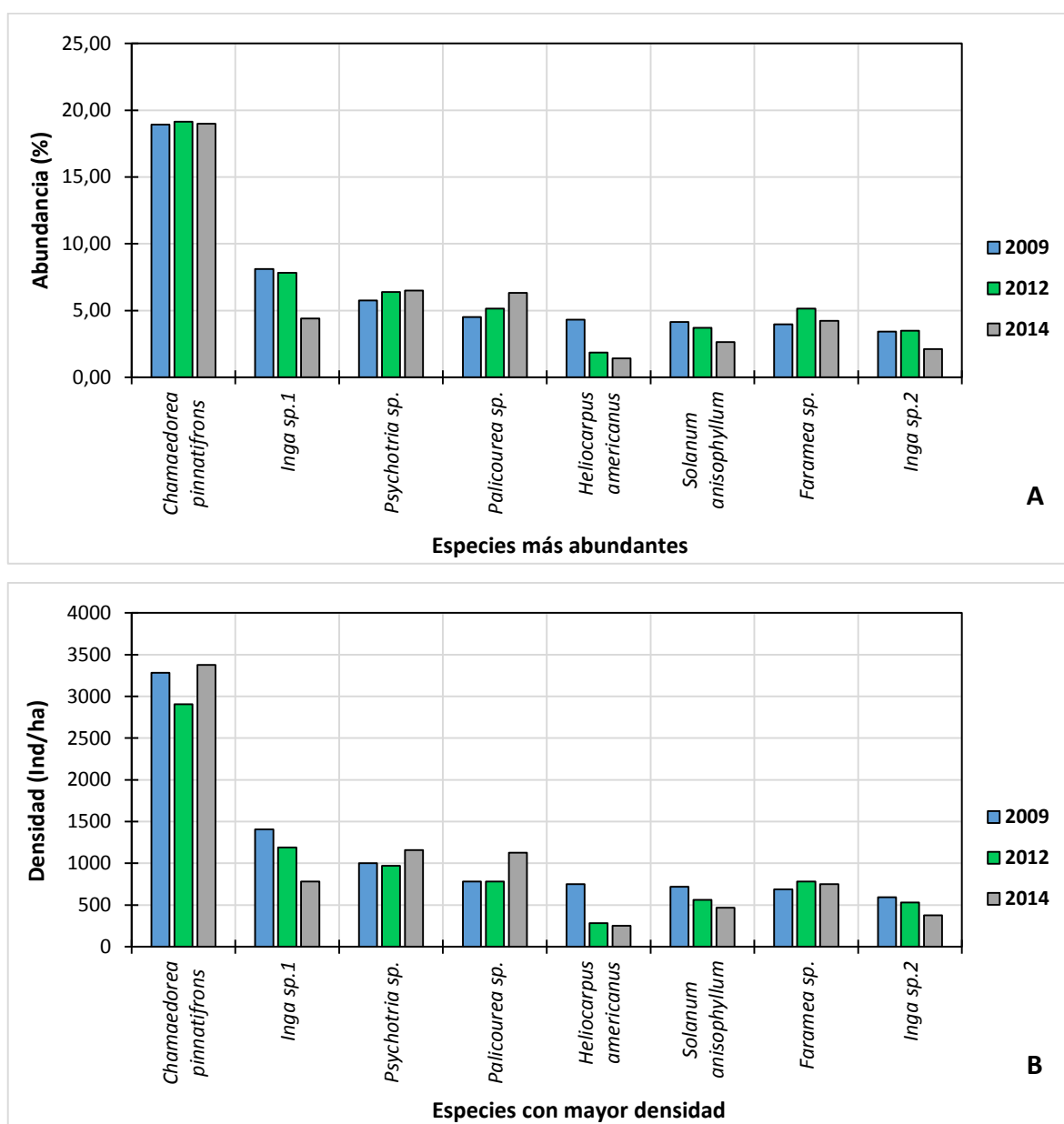


Figura 4. Especies con mayor abundancia y densidad en el área de estudio, en el 2009, 2012 y 2014. A) Abundancia y B) Densidad.

4.2.2 Frecuencia

Las especies de mayor frecuencia registradas en el año 2009 fueron en un 76,47 % las mismas que en el año 2012 y en un 70,59 % las mismas que en el 2014. De las especies comunes entre el año 2009 y 2014, el 41,67 % ha incrementado su frecuencia, el 16,67 % se ha mantenido igual y el 41,67 % ha disminuido.

En el cuadro 11 se presenta las especies de regeneración natural con frecuencia igual o mayor a 30 %, en los años 2009, 2012 y 2014. En el anexo 1 se pueden observar los valores que se registró sobre frecuencia para todas las especies del área de estudio.

Cuadro 11. Especies de mayor frecuencia en el área de estudio, en los años 2009, 2012 y 2014.

Familia	Especie	Frecuencia (%)		
		2009	2012	2014
ARECACEAE	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	100	87,5	93,75
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.1</i>	87,5	81,25	81,25
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	75	81,25	81,25
RUBIACEAE	<i>Faramea sp.</i>	68,75	68,75	68,75
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.2</i>	56,25	50	50
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	50	56,25	81,25
TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	50	31,25	-
SOLANACEAE	<i>Solanum anisophyllum</i>	43,75	43,75	56,25
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sp.</i>	43,75	43,75	37,5
ARECACEAE	<i>Geonoma orbignyana Mart.</i>	43,75	31,25	-
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia sp.</i>	37,5	-	43,75
PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	31,25	-	-
SAPINDACEAE	<i>Cupania sp.</i>	31,25	31,25	31,25
PIPERACEAE	<i>Piper sp.5</i>	31,25	-	-
MELIACEAE	<i>Trichilia sp.</i>	31,25	31,25	-
SOLANACEAE	<i>Cestrum megalophyllum</i>	31,25	-	37,5
SOLANACEAE	<i>Larnax sp.</i>	-	31,25	43,75
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	-	-	31,25

- Especies que no se encuentran entre las de mayor frecuencia en ese año.

Cinco años después de la primera evaluación, especies como *Psychotria sp.*, *Palicourea sp.*, *Larnax sp.*, *Miconia sp.*, *Solanum anisophyllum*, *Picramnia sp* y *Cestrum megalophyllum* incrementaron su frecuencia, siendo más notable dicho incremento en *Larnax sp.* y *Miconia sp.*, puesto que en el 2014 estas especies ingresan a la tabla de las más

frecuentes. Mientras que especies como *Inga sp.1*, *Inga sp.2*, *Cecropia sp.* y *Heliocarpus americanus*, disminuyeron su frecuencia para el año 2014.

La especie que obtuvo la mayor frecuencia en los tres períodos de evaluación fue *Chamaedorea pinnatifrons*, seguida por *Inga sp.1* y luego por *Psychotria sp.* En la figura 5, se observa las especies más frecuentes en el área de estudio.

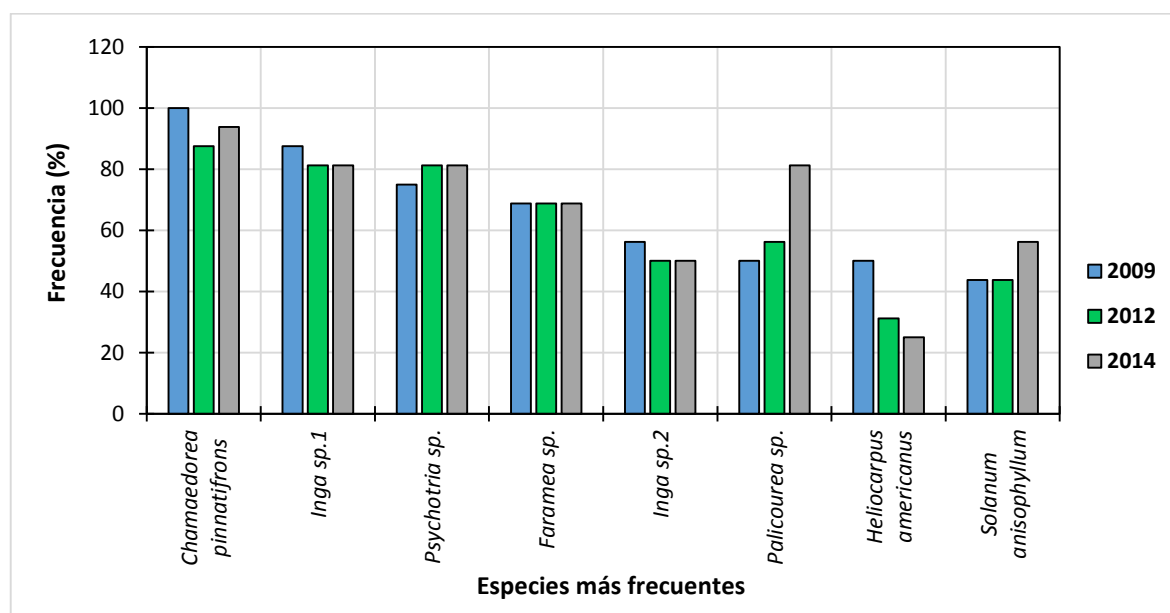


Figura 5. Especies con mayor frecuencia en el área de estudio en el 2009, 2012 y 2014.

4.2.3 Riqueza

La riqueza que presenta el área de estudio varía en los tres períodos de evaluación, sin embargo, la diferencia no es significativa, pues el análisis de varianza reflejó un p -valor = 0,1543.

En el cuadro 12, se presenta los valores promedio de riqueza obtenidos en el área de estudio, en los años 2009, 2012 y 2014. En el anexo 2 se pueden observar los valores de riqueza obtenidos en cada parcela de estudio.

Cuadro 12. Riqueza del área de estudio, en tres períodos de evaluación.

Parámetro	Períodos de evaluación			p-valor
	2009 ± SE	2012 ± SE	2014 ± SE	
Riqueza	15,75 ± 1,18	15,94 ± 1,18	18,69 ± 1,18	0,1543

El año 2014 se constituye en el período de evaluación con el mayor número de especies registradas; mientras que el 2009 fue el año en que se registró la menor riqueza promedio. Mayores detalles se aprecian en la figura 6.

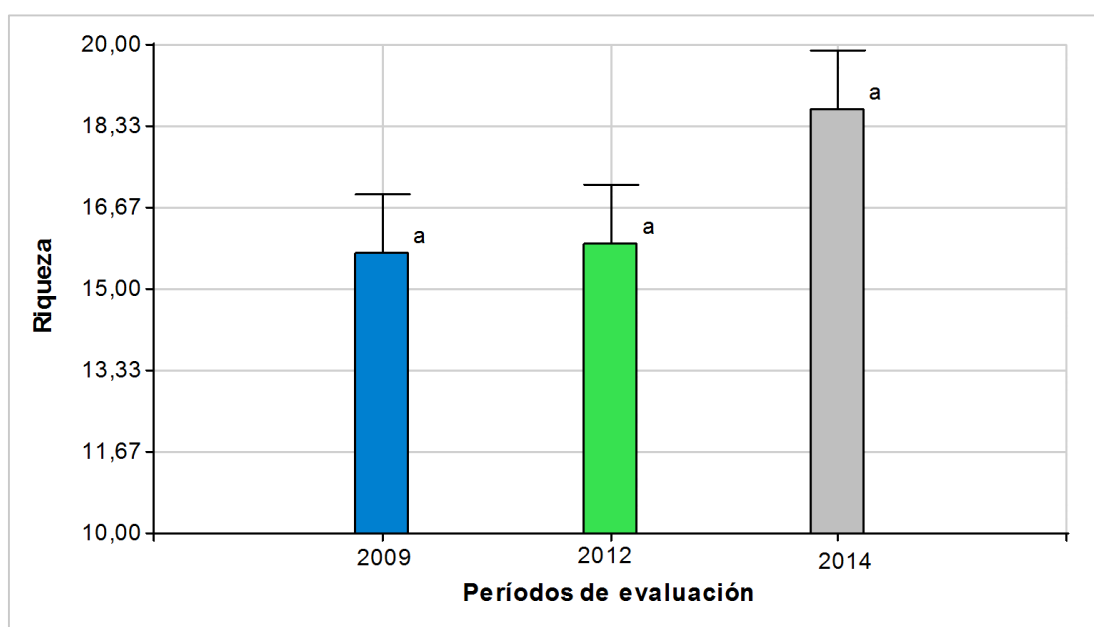


Figura 6. Riqueza del área de estudio en tres períodos de evaluación.

4.2.4 Diversidad Alfa

El análisis de varianza reflejó que no existe diferencia significativa entre la diversidad que posee el área de estudio en los tres períodos de evaluación. Los valores de diversidad, calculados tanto con el Índice de Shannon como con el Índice de Simpson, reflejan que el área de estudio, en los años 2012 y 2014, presenta una diversidad media; mientras que en el 2009 los claros del bosque de la microcuencia Q5, obtienen una diversidad baja.

En el cuadro 13, se presenta los valores de diversidad calculados con el Índice de Shannon y el Índice de Simpson para el área de estudio en los períodos de evaluación. En el anexo 3 se pueden observar los valores de diversidad obtenidos en cada parcela de estudio.

Cuadro 13. Diversidad del área de estudio, en los años 2009, 2012 y 2014.

Parámetro	Períodos de evaluación			p-valor
	2009 ± SE	2012 ± SE	2014 ± SE	
Diversidad Shannon	3,27 ± 0,07	3,36 ± 0,07	3,49 ± 0,07	0,1349
Diversidad Simpson	15,26 ± 0,46	15,38 ± 0,46	16,61 ± 0,46	0,0869

Al igual que en la riqueza, la diversidad del sitio incrementa gradualmente conforme a los períodos de evaluación (figura 6). En la figura 7, se observa la diversidad calculada con el Índice de Shannon.

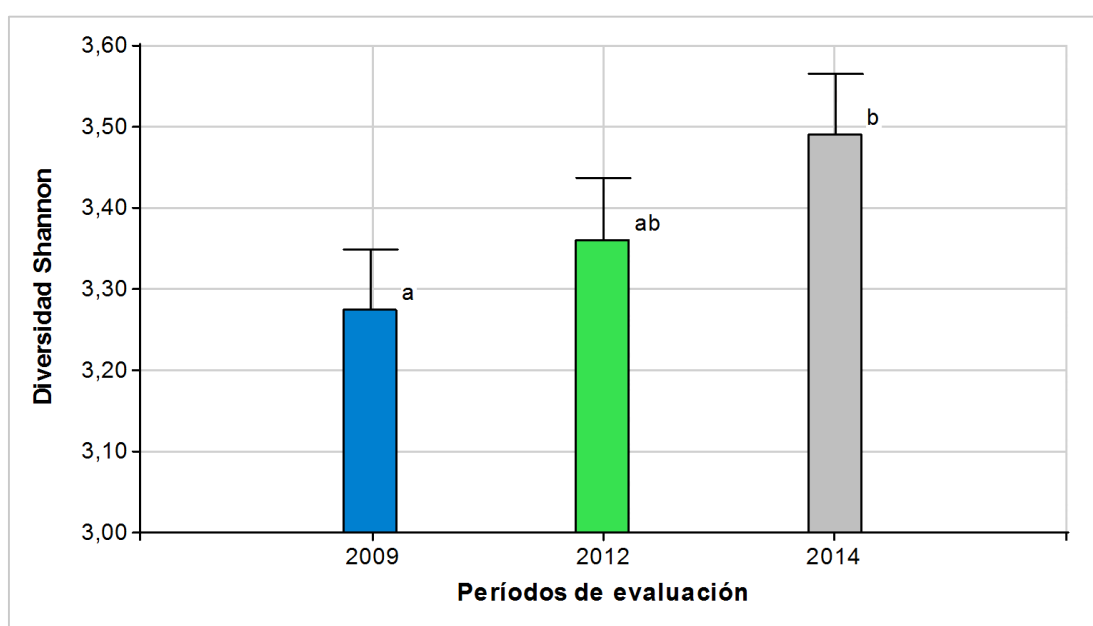


Figura 7. Diversidad del área de estudio, calculada con el Índice de Shannon, en tres períodos de evaluación.

Similares resultados se obtuvieron en la diversidad del área de estudio, calculada con el Índice de Simpson, en los tres períodos de evaluación. En la figura 8 se presenta la diversidad calculada con dicho índice.

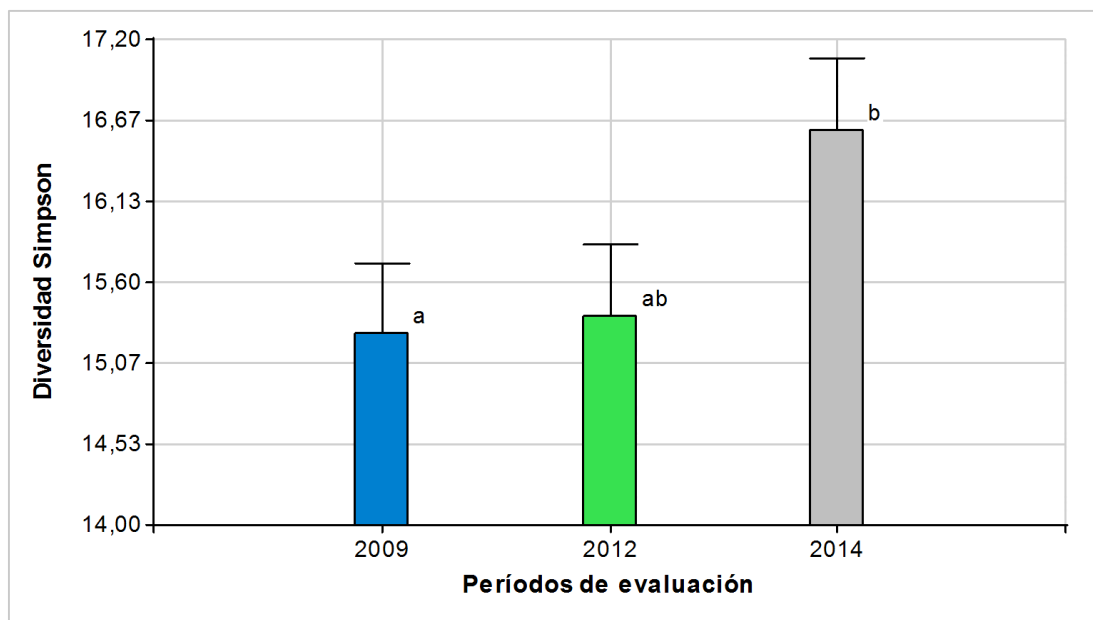


Figura 8. Diversidad del área de estudio, calculada con el Índice de Simpson, en tres períodos de evaluación.

4.2.5 Crecimiento Periódico Anual en Altura y Diámetro Basal

El incremento periódico anual en altura es superior conforme incrementa la altura de la regeneración natural, es así que en la primera clase (5 a 50 cm) se tiene el más bajo incremento ($4,88 \pm 0,50$ cm); mientras que en la quinta clase (>200 cm) se tiene el mayor incremento promedio ($38,37 \pm 1,30$ cm).

En el cuadro 14 se observa los incrementos calculados para cada clase de altura de la regeneración natural en el área de estudio, así como el número de individuos que ingresa dentro de cada categoría.

Cuadro 14. Incremento periódico anual de la regeneración natural determinado para un período de 5 años (2009 - 2014) y número de individuos por hectárea distribuidos en clases de altura.

CLASES	alturas (cm)	Incremento	
		Periódico Anual (cm/año)	Individuos por hectárea
		Q5 ± SE	Q5
I	5-50	4,88 ± 0,50	5125,0
II	50,1-100	12,7 ± 1,42	2750,0
III	100,1-150	14,59 ± 1,60	2375,0
IV	150,1-200	14,31 ± 1,67	2437,5
V	>200	38,37 ± 1,30	5093,8
Total			17781,3

En la figura 9 se puede apreciar la distribución de los incrementos periódicos anuales determinados para cada clase de altura de la regeneración natural.

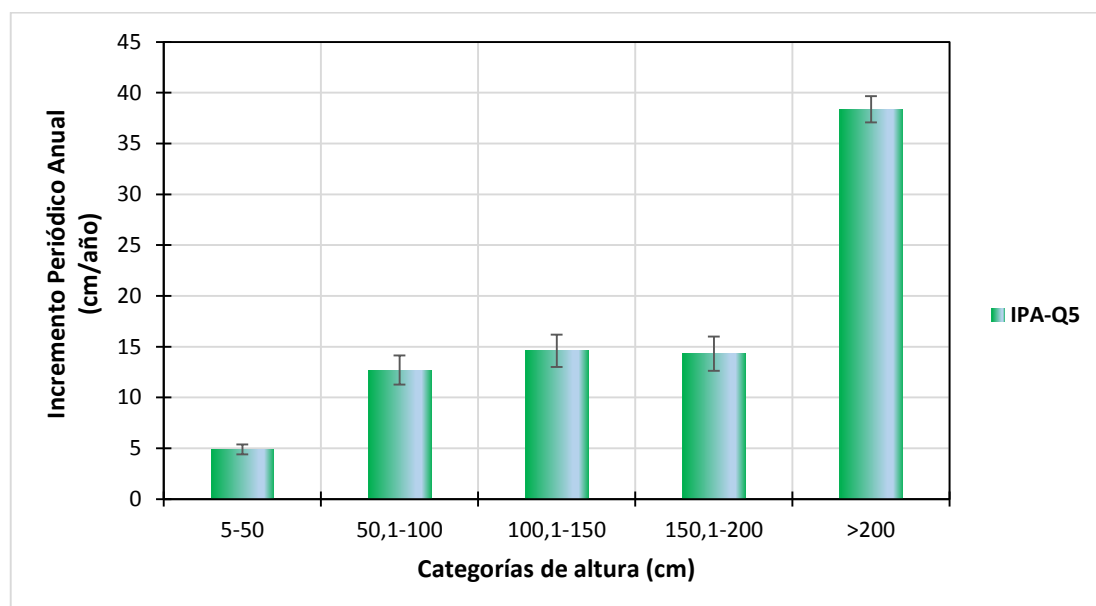


Figura 9. Incremento periódico anual de la regeneración natural por clases de altura determinado para un período de 5 años (2009-2014).

El mayor número de individuos se registra en la primera y quinta clase de altura, mientras que la menor densidad se presenta en las categorías intermedias (II, III y IV). En la figura 10, se observa el número de individuos por hectárea registrados en cada categoría.

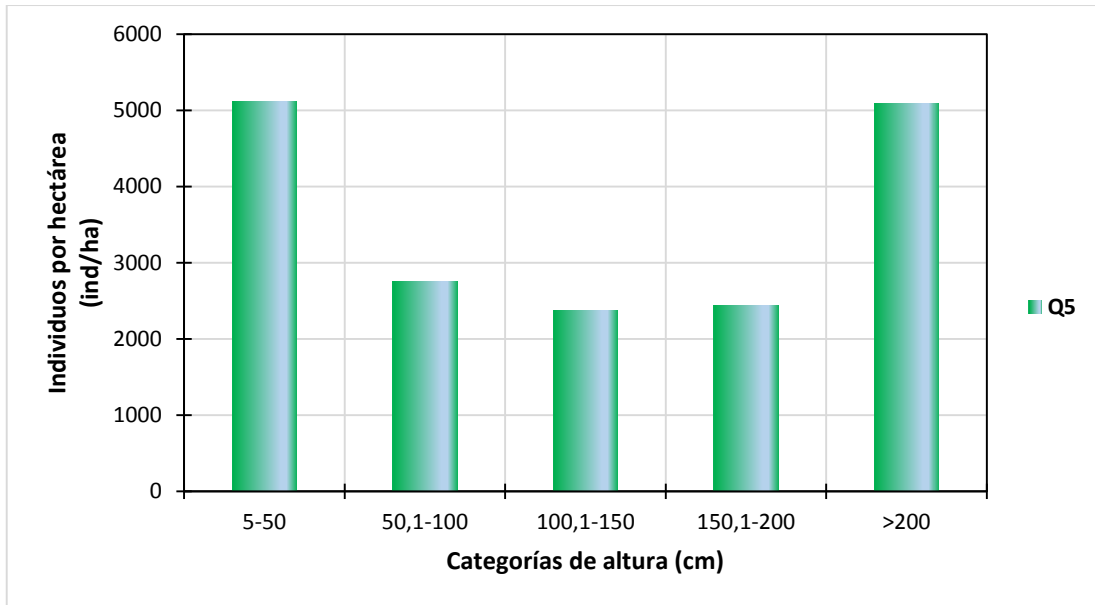


Figura 10. Número de individuos por hectárea distribuidos en clases de altura.

En el caso del diámetro basal, el incremento periódico anual en DAB es superior conforme incrementa el DAB de la regeneración natural, es así que en la primera clase (0 a 10 mm) se tiene el más bajo incremento ($0,68 \pm 0,07$ mm); mientras que en la quinta clase (40,01 a 50 mm) se tiene el mayor incremento promedio ($2,09 \pm 0,27$ mm).

En el cuadro 15 se observa los incrementos calculados para cada clase de DAB de la regeneración natural en el área de estudio, así como el número de individuos que ingresa dentro de cada categoría diamétrica.

Cuadro 15. Incremento periódico anual de la regeneración natural determinado para un período de 5 años (2009-2014) y número de individuos por hectárea distribuidos en clases de diámetro basal.

CLASES	DAB (mm)	Incremento Periódico Anual (mm/año)	Individuos por hectárea
		Q5 ± SE	Q5
I	0-10	0,68 ± 0,07	7250,0
II	10,01-20	0,82 ± 0,14	5906,3
III	20,01-30	1,28 ± 0,17	1531,3
IV	30,01-40	1,3 ± 0,24	875,0
V	40,01-50	2,09 ± 0,27	2218,8
Total			17781,3

En la figura 11 se puede apreciar la distribución de los incrementos periódicos anuales determinados para cada clase de DAB de la regeneración natural.

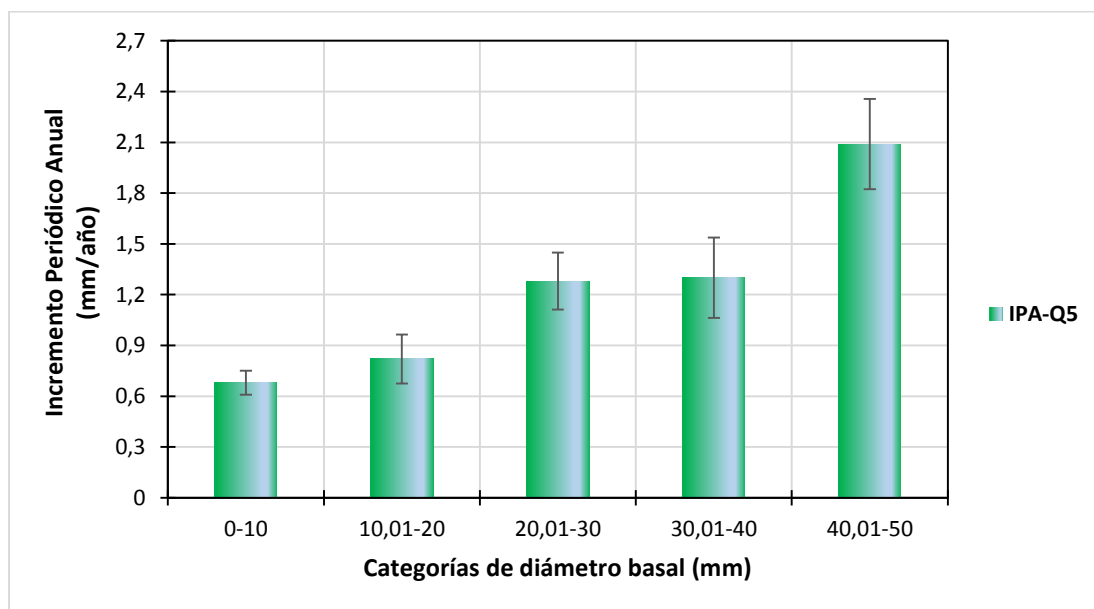


Figura 11. Incremento periódico anual de la regeneración natural por clases de diámetro basal determinado para un período de 5 años (2009-2014).

El mayor número de individuos se registra en la primera y segunda clase de DAB, mientras que la menor densidad se presenta en las categorías más altas (III, IV y V). En la figura 12, se observa el número de individuos por hectárea registrados en cada categoría.

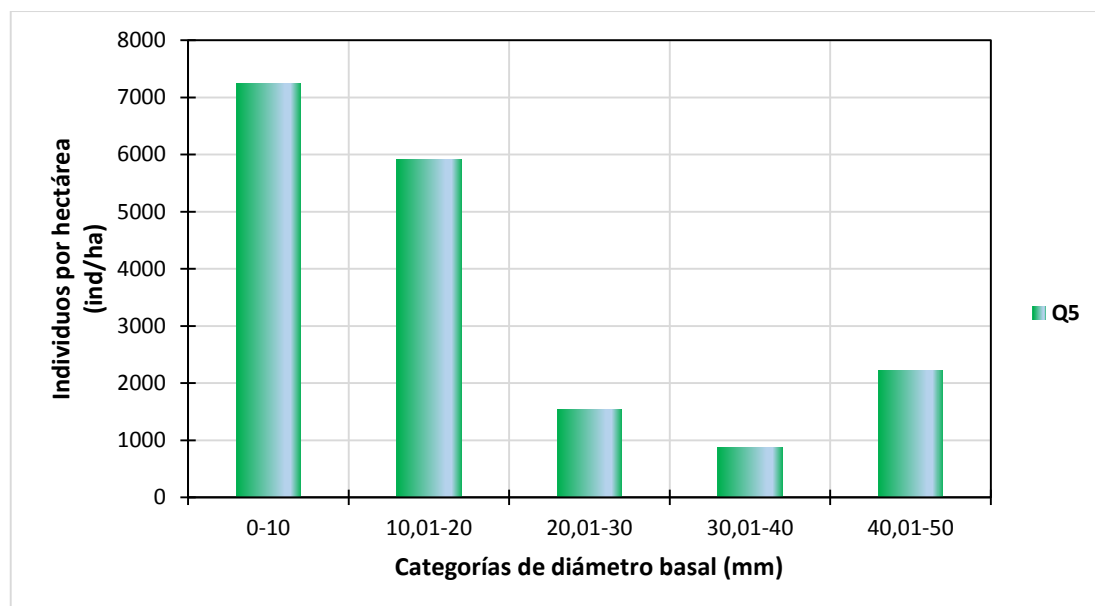


Figura 12. Número de individuos por hectárea distribuidos en clases de diámetro basal.

4.2.6 Tasa de Mortalidad y Tasa de Reclutamiento

El análisis de varianza reflejó que no existen diferencias significativas entre los períodos de evaluación, en cuanto a la tasa de mortalidad, con un p-valor = 0,5303. Sin embargo, en cuanto a la tasa de reclutamiento del área de estudio, se puede afirmar que si existe diferencia entre los años de evaluación, con p-valor = < 0,0001 (cuadro 16).

La mayor tasa de mortalidad se registra en el año 2012, mientras que la menor tasa en el 2014. Lo contrario sucede con la tasa de reclutamiento, obteniendo el valor más alto en el último período de evaluación y el más bajo en el año 2012.

Cuadro 16. Tasas anuales de mortalidad y reclutamiento del área de estudio para los años 2012 y 2014.

Parámetros	Períodos de evaluación		p-valor
	2012	2014	
Tasa anual de mortalidad (%)	10,7 ± 1,37	9,4 ± 1,37	0,5303
Tasa anual de reclutamiento (%)	4,5 ± 1,19	13,4 ± 1,19	< 0,0001

Las tasas de reclutamiento son mayores a las de mortalidad en el 2014, en cambio las tasas de mortalidad superan a las de reclutamiento en el año 2012 (figura 13). Esta variación de mortalidad y reclutamiento de individuos en un período corto de tiempo se debería a la dinámica propia de este tipo de ecosistemas.

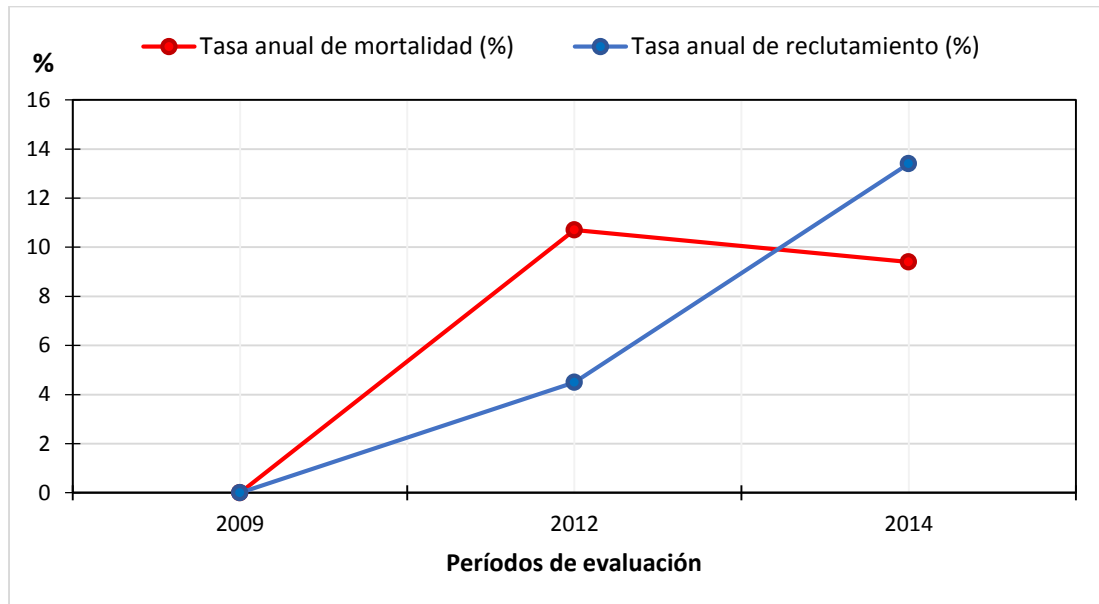


Figura 13. Tasas anuales de mortalidad y reclutamiento del área de estudio.

En el área de estudio, las mayores tasas de reclutamiento se registraron en especies propias del sotobosque tales como *Chamaedorea pinnatifrons*. Mientras que las mayores tasas de mortalidad se presentaron en especies heliófitas como *Inga sp.1* y *Heliconia americana*, entre otras.

En el cuadro 17, se puede observar las especies que obtuvieron las mejores tasas anuales de reclutamiento y mortalidad en el área de estudio.

En el anexo 4 y 5 se presenta las tasas de reclutamiento y mortalidad anual de todas las especies registradas.

Cuadro 17. Especies con las mayores tasas anuales de mortalidad y reclutamiento, determinado para un período de 5 años (2009-2014).

Especie	Tr (%)	Especie	Tm (%)
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	60,00	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	57,14
<i>Palicourea sp.</i>	41,67	<i>Inga sp.1</i>	35,00
<i>Larnax sp.</i>	28,33	<i>Heliocarpus americanus</i>	28,00
<i>Psychotria sp.</i>	26,67	<i>Palicourea sp.</i>	24,50
<i>Nectandra sp.</i>	25,00	<i>Miconia sp.</i>	21,00
<i>Solanum sp.</i>	18,33	<i>Psychotria sp.</i>	19,25
<i>Cestrum sp.</i>	16,67	<i>Piper sp.1</i>	15,75
<i>Piper sp.</i>	15,00	<i>Lecythidaceae sp.</i>	12,25
<i>Inga sp.</i>	11,67	<i>Turpinia occidentalis</i>	12,25
<i>Neea sp.</i>	11,67	<i>Inga sp.2</i>	12,25

Tr: tasa anual de reclutamiento; Tm: tasa anual de mortalidad

4.2.7 Calidad de la Regeneración Natural

La calidad de la regeneración natural se vio reflejada a través del estado fitosanitario de los individuos. De los 17.781,25 individuos por hectárea presentes en el área de estudio, el 23,90 % presenta un estado excelente (sin lesiones de plagas o enfermedades), el 38,66 % un estado fitosanitario muy bueno (posee lesiones en un 25 % del área foliar), el 20,73 % un estado regular (lesiones en un 50 % del área foliar y el tallo) y el 16,69 % un estado deficiente (lesiones en un 50 % del área foliar y el tallo).

En el cuadro 18, se presenta el número de individuos de regeneración natural distribuidos en las distintas categorías de estado fitosanitario en el área de estudio.

Cuadro 18. Número de individuos por hectárea agrupados en categorías de estado fitosanitario en el año 2014.

Categorías	Estado Fitosanitario	Individuos por hectárea
I	Excelente	4250,00
II	Muy bueno	6875,00
III	Regular	3687,50
IV	Deficiente	2968,75
Total		17781,25

El área de estudio presenta gran cantidad de individuos en las diferentes categorías de calidad. No obstante, la mayor cantidad de individuos se encuentra en las categorías de excelente y muy buen estado fitosanitario.

En la figura 14, se observa la distribución de los individuos de acuerdo al estado fitosanitario en el área de estudio, para el año 2014.

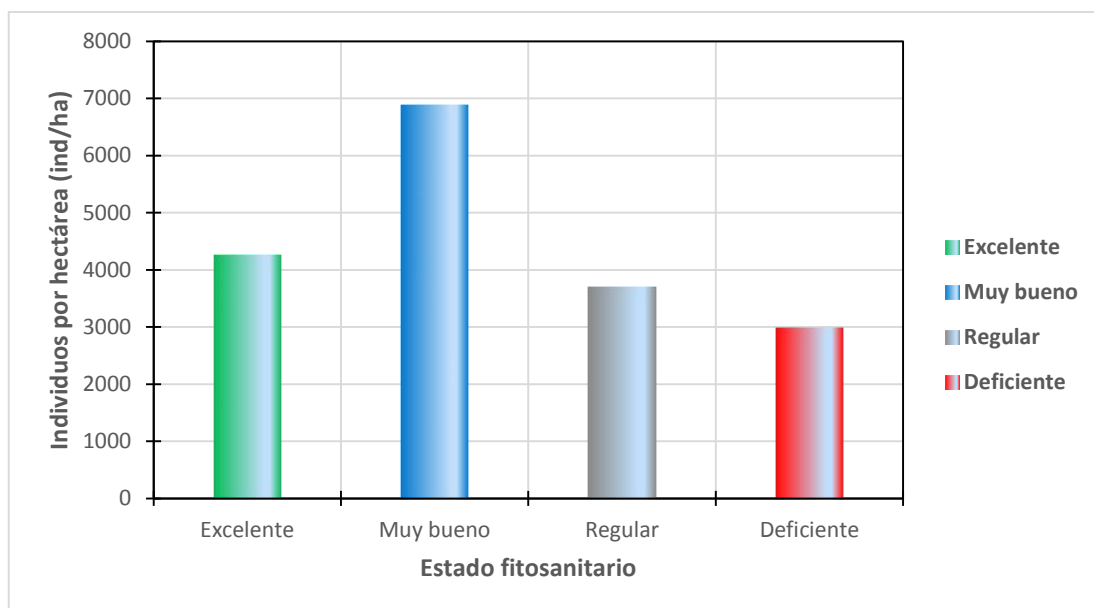


Figura 14. Número de individuos por hectárea agrupados en categorías de estado fitosanitario en el año 2014.

4.2.8 Apertura de Dosel

En lo que respecta a la apertura de dosel, el análisis de varianza demostró que existen diferencias significativas entre los períodos de evaluación; es decir, que los valores de apertura de dosel son diferentes en cada año, esta situación ocurre con un p-valor = 0,0002.

En el Cuadro 19 se presenta los valores promedio de apertura de dosel que se obtuvo para sitio de estudio y en el anexo 6, se pueden observar los porcentajes de apertura de dosel registrados en cada parcela de estudio.

Cuadro 19. Promedio de apertura de dosel en el área de estudio, en 2009, 2012 y 2014.

Parámetro	Períodos de evaluación			p-valor
	2009 ± SE	2012 ± SE	2014 ± SE	
Apertura de dosel (%)	11,80 ± 0,59	10,97 ± 0,59	8,16 ± 0,59	0,0002

La apertura de dosel del área de estudio es mayor en el año 2009, conforme pasa el tiempo, dicha apertura va disminuyendo gradualmente, siendo así que en el 2012 y 2014, se tiene porcentajes de apertura menores a la evaluación anterior (figura 15).

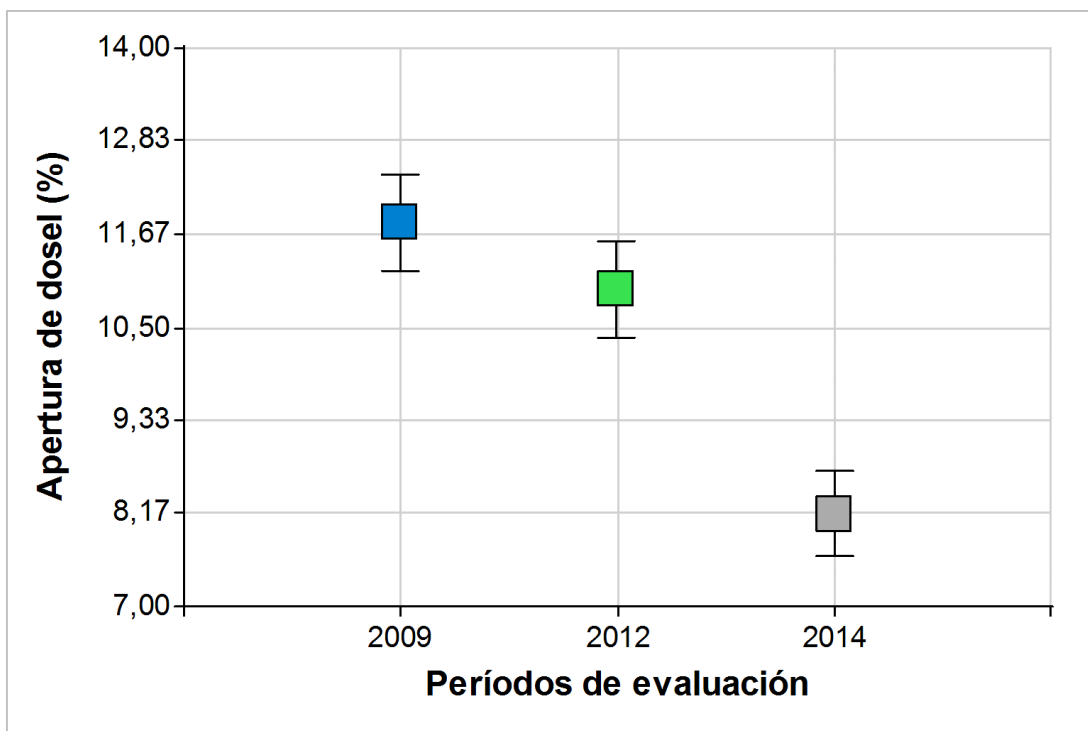


Figura 15. Promedio de apertura de dosel del área de estudio.

Los porcentajes de apertura de dosel variaron notablemente en las diferentes parcelas del área de estudio. Estas variaciones están relacionadas con la topografía del sitio y condiciones microclimáticas. En los claros de la microcuenca Q5 el valor más alto de apertura de dosel (15,20 %) se registró en la parcela E (en 2009) y el valor más bajo (4,47 %) en la parcela A (en 2014).

En la figura 16, se puede observar la distribución de los porcentajes de apertura de dosel en las diferentes parcelas, en tres períodos de evaluación.

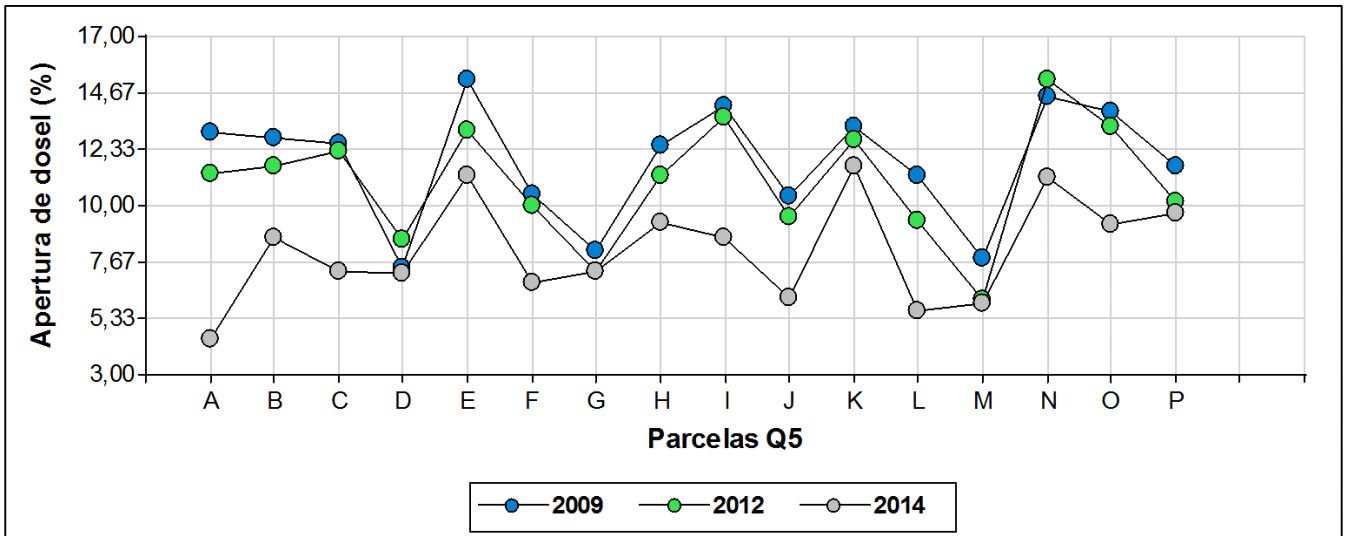


Figura 16. Porcentajes de apertura de dosel en las diferentes parcelas del área de estudio.

5. DISCUSIÓN

5.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA REGENERACIÓN NATURAL

Muñoz y Muñoz (2010) manifiestan que el objeto de los tratamientos silviculturales es provocar cambios en la estructura del bosque, con la finalidad de asegurar el establecimiento de la regeneración e incrementar el crecimiento en función de un beneficio económico (Manzanero y Pinelo, 2004; Jaramillo y Muñoz, 2009; Muñoz y Muñoz, 2010; Muñoz, 2014). En lo que respecta a composición florística la aplicación de tratamientos silviculturales genera afectaciones ya que crea condiciones micro climáticas que favorecen a determinadas especies limitando el desarrollo de otras (Muñoz y Muñoz, 2010; Muñoz, 2014). Por esta razón, Muñoz (2014) sugiere que el monitoreo de la composición de especies de árboles puede ser un aspecto importante en cualquier programa de manejo forestal.

Según Jaramillo y Muñoz (2009) el tratamiento silvicultural y la propia dinámica del bosque tropical de montaña en la ECSF, influyeron en la composición florística de la regeneración natural (Muñoz y Muñoz, 2010); además la intervención fuerte promovió la aparición de especies heliófitas, como lo mencionan Chalco y Paccha (2013), debido al mejoramiento de las condiciones de luz en el bosque (Jaramillo y Muñoz, 2009).

En las investigaciones realizadas en la zona de estudios se puede comprobar que el número de familias, géneros, especies varía de acuerdo a los períodos de evaluación, siendo el año 2009, el período en el que se registra los valores más bajos en cuanto a familias, géneros y especies con valores de 33, 52 y 75 respectivamente y un total de 555 individuos; seguido por el año 2012 con valores de 37, 61 y 90 correspondientemente y un total de 486 individuos; y, finalmente, el año 2014, en este período se registra los mayores valores, presentando un total de 569 individuos, distribuidos en 109 especies, 79 géneros y 53 familias. Esta variación en los distintos períodos de evaluación se puede atribuir al tratamiento silvicultural aplicado en la zona de estudio (Muñoz y Muñoz, 2010; Chalco y Paccha, 2013).

Sin embargo, el cambio en la dinámica de la regeneración natural no se debe atribuir totalmente a la aplicación del tratamiento silvicultural, porque este tipo de ecosistemas se caracteriza por la influencia de varios factores que permiten la modificación de las condiciones ambientales y por lo tanto del comportamiento de la regeneración natural (DFG, 2004; Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008). Tal es el caso del año 2012, período de evaluación en el que se observa un decremento en el número de individuos en los claros del bosque (Chalco y Paccha, 2013), recuperándose las poblaciones de individuos para el año 2014.

El decremento en el número de individuos de regeneración natural registrado en el 2012, puede atribuirse a la dinámica propia de este tipo de ecosistemas, que de una u otra manera generó la mortalidad de los individuos por varios factores (Chalco y Paccha, 2013), ya sea por la modificación de las condiciones ambientales, por herbivoría o depredación por insectos (Jiménez, 2015); aunque también se debería a que este año fue un período de ocurrencia de múltiples sucesos propios del bosque tropical de montaña, como son los deslizamientos naturales y caída de árboles que modifican el ecosistema, producto de precipitaciones periódicas y pendientes empinadas (Bussmann, 2005; Chalco y Paccha, 2013); mientras que en la evaluación realizada en el año 2014, ésta dinámica permitió que se presenten mejores condiciones ambientales para la regeneración natural y por lo tanto, las poblaciones pudieron recuperarse. La recuperación de los individuos también se debería a la capacidad de resiliencia que posee el bosque tropical de esta zona (Kiss y Bräuning, 2008), a ello se suma el alto dinamismo que se produce en los bosques tropicales, mismo que permite que estos ecosistemas estén en constante renovación (Muñoz y Muñoz, 2010).

Sin duda, en las evaluaciones realizadas en los años 2009, 2012 y en el 2014; la composición florística de los claros del bosque ha sufrido una serie de variaciones significativas, como lo confirman Chalco y Paccha (2013). En los primeros años de evaluación de la regeneración natural, los claros estaban constituidos por especies heliófitas en su mayoría, debido a la preferencia de

hábitats con espacios de doseles abiertos y mayor luminosidad (Muñoz y Muñoz, 2010; Muñoz, 2014). Sin embargo, Chalco y Paccha (2013) afirman que la tendencia desde la aplicación del tratamiento de liberación, es que a medida que pasan los años, la composición florística del área analizada ha cambiado a lo largo del tiempo; por ejemplo, en el área intervenida ya no existe dominancia de especies consideradas heliófitas, debido a que los doseles se están cerrando y la tendencia es que para el futuro exista dominancia de familias típicas del sotobosque como Rubiaceae, Solanaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Piperaceae (Muñoz, 2014).

Actualmente, la composición florística de los claros del bosque del área de estudio está constituida principalmente por las siguientes familias (en términos de número de especies): Solanaceae, Lauraceae, Piperaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae y Meliaceae.

La composición de especies es uno de los aspectos más importantes de una comunidad. Debido a que las especies presentes influyen en los procesos ecológicos relevantes para la sostenibilidad, determinan tanto el valor comercial como el valor de conservación de la comunidad (Muñoz, 2014).

Finegan *et al.* (2004) manifiestan que trabajar con la composición florística de la regeneración natural en los primeros estadios constituye un reto debido a que una de las principales características de los bosques tropicales es su heterogeneidad, por lo tanto se pueden encontrar diferentes composiciones florísticas de un sitio a otro (Muñoz y Muñoz, 2010).

5.2 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS

La evaluación de parámetros ecológicos es fundamental para comprender la dinámica de la regeneración natural; en los bosques tropicales de montaña, la regeneración natural es una característica imprescindible para asegurar la sostenibilidad del recurso florístico a través del tiempo (Calva *et al.*, 2007; Jaramillo y Muñoz, 2009).

La regeneración natural constituye un proceso estocástico, dentro de la dinámica forestal, que varía en función de la interacción de distintos parámetros ambientales (Rodríguez *et al.*, 2007). Ésta integración e interacción de factores, hace que la regeneración natural se constituya en un proceso complejo, de comportamiento difícilmente predecible (Rodríguez *et al.*, 2007; Lucas *et al.*, 2013); por lo que requiere de un monitoreo, análisis y evaluación a mediano y largo plazo (Pardos *et al.*, 2007; Lucas *et al.*, 2013).

En consecuencia, la regeneración natural de los bosques tropicales de montaña, se considera en un proceso complicado, y más aún cuando el establecimiento y desarrollo de dicha regeneración, se encuentra bajo efectos de la aplicación de tratamientos silviculturales, como lo es en este caso (Chalco y Paccha, 2013).

Los parámetros ecológicos de la regeneración natural de los claros de bosque fueron influenciados por la aplicación del tratamiento silvicultural, así como por las condiciones ambientales de la zona. Los tratamientos silviculturales pueden incidir positiva o negativamente, en el sentido de que resultan beneficiosos o perjudiciales solo para algunas especies (Guardia, 2004; Jaramillo y Muñoz, 2009; Muñoz y Muñoz, 2010; Leigue, 2011; Muñoz, 2014).

Por su parte, las condiciones ambientales modifican la dinámica de la regeneración natural, debido a que el área de estudio se caracteriza por la influencia de varios factores, como: abundante neblina, humedad y precipitación, menor oferta de luz, pendientes empinadas y frecuentes deslizamientos naturales (DFG, 2004; Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008); mismos que pueden variar con el transcurso del tiempo.

En lo referente a la abundancia y densidad de la regeneración natural, se puede manifestar que las especies que registraron los mayores valores fueron en un 66,7 % las mismas en los años 2009 (5 años después de la aplicación del tratamiento) y 2014 (10 años después del tratamiento); es decir, que el 33,3 % de las especies con mayor abundancia y densidad varió en un

período de 5 años, ya sea por la aplicación del tratamiento silvicultural o por las características propias del área de estudio.

De las especies con mayor abundancia y densidad, en común entre los años 2009 y 2014, el 40 % han incrementado sus valores; mientras que el 60 % han disminuido para el 2014. Entre las especies que incrementaron gradualmente su abundancia y densidad se encuentran *Psychotria sp.*, *Palicourea sp.* y *Faramea sp.*; y entre las que incrementaron notablemente están *Miconia sp.*, *Nectandra sp.*, y *Neea sp.* Mientras que entre las que sufrieron disminución están *Inga sp.*, *Inga sp.2*, *Heliocarpus americanus* y *Solanum anisophyllum*.

Tanto el incremento como la disminución en el número de individuos de ciertas especies se deberían a la modificación de las condiciones ambientales, por los claros producidos, entre el primero y último período de evaluación. Benítez (2002) señala que el tipo de regeneración, su magnitud y la dinámica de su emergencia dependen básicamente, del tamaño de los claros producidos. Las parcelas de estudio, ubicadas en los claros de bosque, presentan mayor apertura de dosel en el primer período de evaluación en comparación al último período; dicha apertura genera que las condiciones físicas (luminosidad), biológicas y ambientales se modifiquen y por lo tanto permite que ciertas especies se desarrollen.

Lo anterior se ratifica con las características y requerimientos de dichas especies. Puesto que, especies del género *Nectandra* se consideran esciófitas (Palacios, 2004), es decir, que se establecen y crecen en condiciones de sombra (Mostacedo *et al.*, 2009 y Pinto *et al.*, 2011); mientras que especies del género *Miconia* son indicadoras de la dinámica de renovación natural de los bosques tropicales (Jaramillo y Muñoz, 2009) y son propias del sotobosque (Gálvez *et al.*, 2003).

Al contrario de especies como *Inga sp.*, *Inga sp.2*, *Heliocarpus americanus*, que se constituyen en especies heliófitas (Palacios, 2004;

Jaramillo y Muñoz, 2009), es decir, son intolerantes a la sombra, requieren de mucha luz para establecerse, crecer y reproducirse (Pinto *et al.*, 2011).

Por su parte, la especie *Chamaedorea pinnatifrons* fue la que obtuvo la mayor abundancia, densidad y frecuencia en los tres períodos de evaluación, superando con más del 50 % a las otras especies. Para Chalco y Paccha (2013) ésta especie también fue la más abundante, densa y frecuente en los claros de bosque.

Según Jiménez (2015), *Chamaedorea pinnatifrons* también presenta mayor abundancia, densidad y frecuencia en parcelas bajo bosque, y atribuye que se debería a los efectos de la aplicación del tratamiento silvicultural y a la propia dinámica del bosque. Lo cual resulta importante debido a que *Chamaedorea* es un género típico del sotobosque, que es cotizado en el mercado internacional como planta ornamental y además constituye un elemento clave para la alimentación de la fauna (Muñoz, 2014).

En lo que respecta a la riqueza y diversidad, se observa una variación en los tres períodos de evaluación; sin embargo ésta diferencia no es significativa, pues el análisis de varianza, para ambos casos, reflejó un p-valor > 0,05. La riqueza y diversidad es mayor conforme pasa el tiempo, puesto que los claros producidos por el tratamiento se van cerrando y por lo tanto modificando las condiciones microambientales, lo cual permite el surgimiento de otras especies (Roblero, 2013).

En la actualidad, los claros de bosque presentan una diversidad media, lo cual es corroborado por Chalco y Paccha (2013), quienes en su evaluación también registraron una diversidad media para las parcelas de claros. La diversidad no es diferente en parcelas bajo bosque, pues Jiménez (2015), en su estudio, registró valores de diversidad media en la misma microcuenca, en los tres últimos períodos de evaluación (2008, 2012 y 2014).

La diversidad de especies florísticas de regeneración natural que presenta el área de estudio se debería a la influencia de varios factores que permiten la presencia de características micro climáticas, edafológicas y de

relieve muy diferenciadas (DFG, 2004; Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008). Kiss y Bräuning (2008) mencionan que la alta heterogeneidad de microambientes es uno de los factores que permiten la gran diversidad de fauna y flora en esta zona.

5.3 CRECIMIENTO PERIÓDICO ANUAL DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN ALTURA Y DIÁMETRO BASAL

El incremento periódico anual es superior conforme incrementa la altura de la regeneración natural, es así que en la primera clase (5 a 50 cm) se tiene el más bajo incremento ($4,88 \pm 0,50$ cm/año); mientras que en la quinta clase (>200 cm) se tiene el mayor incremento promedio ($38,37 \pm 1,30$ cm/año). Similares resultados se obtiene en lo referente al diámetro basal, en la primera categoría (0 a 10 mm) se registra el menor incremento ($0,68 \pm 0,07$ mm/año); mientras que en la quinta categoría se obtiene el mayor incremento ($2,09 \pm 0,27$ mm/año).

Ésta tendencia también se observa en evaluaciones anteriores, Chalco y Paccha (2013) registraron que los incrementos tanto en altura como en diámetro basal variaron de forma ascendente de acuerdo a las categorías; es decir, que los incrementos periódicos anuales fueron superiores conforme incrementa el tamaño y el DAB de la regeneración natural. Lo mismo sucedió con la regeneración natural del sotobosque, según lo manifestado por Jiménez (2015).

La regeneración natural de claros de bosque presenta mayores incrementos periódicos anuales, tanto en altura como en DAB, en comparación a la regeneración natural establecida en parcelas bajo bosque. Así, se tiene un incremento promedio de 16,97 cm/año en altura y de 1,23 mm/año en DAB para la regeneración de claros; mientras que para la regeneración del sotobosque se tiene un incremento promedio de 9,4 cm/año en altura y de 0,86 mm/año en DAB (Jiménez, 2015).

Lo cual se debería a que en los claros de bosque existen otras condiciones, que permiten el mayor desarrollo y crecimiento de la

regeneración natural. Una característica fundamental que emerge con la formación de los claros es el incremento de luminosidad (Pinto *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2011 y Pardos *et al.*, 2012); dicho ambiente lumínico influye en la supervivencia y crecimiento de las plántulas de especies arbóreas, así lo exponen algunos investigadores (Weinberger y Ramírez, 2001; Calva *et al.*, 2007; Gambo y Arias, 2008 y Promis, 2013).

Los incrementos periódicos anuales en diámetro basal fueron muy bajos (menores a 1 mm/año) en las dos primeras categorías. Ésta situación también se observó en los individuos de regeneración natural establecidos bajo bosque (Jiménez, 2015); lo que significa que independientemente de la ubicación de los individuos, ya sea en claros o parcelas bajo bosque, el incremento periódico anual en DAB en las primeras categorías es mínimo.

Lo anterior es confirmado por otros autores, quienes señalan que las plantas en los primeros estadios se desarrollan primero en altura, manteniendo casi constante el diámetro, hasta alcanzar posiciones importantes en el dosel del bosque (Jaramillo y Muñoz, 2009; López *et al.*, 2009 y Lucas *et al.*, 2013).

El número de individuos presente en cada categoría de altura y diámetro basal es independiente del tamaño de los ejemplares, es decir, que se obtiene mayores densidades tanto en individuos con pequeños como grandes.

5.4 RECLUTAMIENTO Y MORTALIDAD DE LA REGENERACIÓN NATURAL

El análisis de parámetros como reclutamiento y mortalidad, es fundamental en el estudio de la dinámica de la regeneración natural, pues al determinar las tasas de ingresos y muertes que se registran en ciertas especies o en áreas determinadas, se puede comprender el comportamiento de la regeneración.

Jiménez (2015) expone que el estudio de los procesos de mortalidad y reclutamiento en sistemas dinámicos, como los bosques tropicales de montaña es imprescindible para la explicación de su composición, estructura y dinámica. Por su parte, Jiménez y Becerra (2011) manifiestan que la mortalidad en una comunidad vegetal es un proceso importante a todos los niveles, pues afecta la composición florística del sitio y juega un papel determinante en la evolución.

En la presente investigación, según el análisis de varianza, se obtuvo que existen diferencias significativas, en las tasas anuales de reclutamiento, en los períodos de evaluación, siendo el año 2014 el período en el que se registró el mayor reclutamiento (13,4 %) y el año 2012 el período en el que se obtuvo el más bajo (4,5 %).

Esta gran diferencia de reclutamiento registrado en la misma área de estudio, se debería que el año 2012 fue un período de ocurrencia de múltiples sucesos propios del bosque tropical de montaña, como son los deslizamientos naturales y caída de árboles que modifican el ecosistema (Chalco y Paccha, 2013; Jiménez, 2015), lo cual impidió que la regeneración natural registre su normal reclutamiento en el 2012, pero que dos años después, la propia dinámica de los bosques tropicales permita que se modifiquen las condiciones ambientales, y al mismo tiempo permita el establecimiento de algunas especies y con ello el incremento de las tasas anuales de reclutamientos.

En cuanto a las tasas anuales de mortalidad, se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los períodos de evaluación; sin embargo, se puede observar una variación en el año 2012, período en el que se registra la mayor tasa anual de mortalidad (10,7 %) y la menor tasa de reclutamiento (4,5 %).

En este caso, la mortalidad se debería a la intervención de varios factores, entre ellos, podría ser consecuencia de la competencia por recursos entre individuos (Mostacedo y Pinard, 2001; Jaramillo y Muñoz, 2009; Muñoz, 2009), considerando que los primeros años se constituyen en los más críticos

para la supervivencia (Pardos *et al.*, 2012); además, podría ser el resultado de herbivoría o depredación por insectos, la cantidad de hojarasca en el suelo, la inadaptabilidad a las condiciones ambientales, entre otros (Mostacedo y Pinard, 2001; Mostacedo *et al.*, 2009; Sánchez *et al.*, 2011; Pardos *et al.*, 2012).

La herbivoría puede llegar a ser la causa principal de la mortalidad de la regeneración natural, reduciéndose la densidad de individuos de ciertas especies (Sánchez *et al.*, 2011). Incluso, la herbivoría puede afectar al crecimiento de los individuos; un estudio realizado por Ruiz (2012) revela que la media de la altura de las plántulas decrece 21 mm por cada 1 % de herbivoría natural.

La tasa de reclutamiento de los claros de bosque (13,4 %), obtenida en el último período de evaluación, supera al reclutamiento (6,3 %) obtenido en las parcelas bajo bosque, en el estudio efectuado por Jiménez (2015). Lo cual era de esperarse tomando en cuenta que el área de estudio fue sujeta a intervención silvicultural fuerte, mismo que generó la formación de claros (Günter, 2001) con mayor apertura de dosel en comparación a las parcelas bajo bosque.

Por lo que se puede considerar que dentro de las condiciones ambientales incidentes en el reclutamiento de individuos, se encuentra la transmisión de luz efectuada por la apertura de dosel (Jiménez, 2015); puesto que cuanto mayor es la apertura de dosel, mayor es la transmisión de luz directa, total y difusa (Cabrelli *et al.*, 2006 y Signorelli *et al.*, 2011).

En consecuencia, con la aplicación del tratamiento, las condiciones ambientales se modificaron, especialmente los ingresos de luminosidad en el sotobosque (Pinto *et al.*, 2011, Sánchez *et al.*, 2011 y Pardos *et al.*, 2012), permitiendo que algunas especies se regeneren naturalmente (Günter, 2001; Calva *et al.*, 2007; Pinto *et al.*, 2011 y Canales *et al.*, 2013) y que otras establecidas, aceleren su crecimiento (Sánchez *et al.*, 2011 y Promis, 2013).

En el área de estudio, las mayores tasas de reclutamiento se registraron en especies propias del sotobosque tales como *Chamaedorea pinnatifrons* y *Nectandra sp.* Mientras que las mayores tasas de mortalidad se presentaron en especies heliófitas como *Inga sp. 1* y *Heliocarpus americanus*, entre otras. Lo cual puede atribuirse a que en la actualidad los doseles se encuentran más cerrados, generando que especies esciófitas se regeneren y que especies heliófitas se debiliten y mueran. Afirmación que se corrobora con lo expuesto por Chalco y Paccha (2013), quienes indican que la composición florística del área analizada ha cambiado a lo largo del tiempo, disminuyendo la dominancia de especies consideradas heliófitas, debido a que los doseles se están cerrando.

5.5 CALIDAD DE LA REGENERACIÓN NATURAL

La calidad de la regeneración natural se manifestó a través del estado fitosanitario de los individuos. De los 17.781,25 individuos por hectárea presentes en el área de estudio, el 23,90 % presenta un estado excelente, el 38,66 % un estado fitosanitario muy bueno, el 20,73 % un estado regular y el 16,69 % un estado deficiente.

Como se puede observar más del 50 % de los individuos se encuentran entre un estado muy bueno a excelente. Lo que significa que la regeneración natural de los claros de bosque presentan una buena calidad en su área foliar y en el tallo. Similares resultados se obtuvo en la calidad de los individuos de regeneración natural establecidos en parcelas bajo bosque; en donde aproximadamente, el 60 % de los individuos por hectárea presentaron un excelente y muy buen estado fitosanitario (Jiménez, 2015).

La calidad de la regeneración natural de los claros del bosque tropical de montaña estaría influenciada por factores como suelo, luz, agua, calidad de sitio, etc., que se relacionan de algún modo con la estructura de la planta y la resistencia a factores adversos (Pariona y Fredericksen, 2000; Campos, 2009 y Alegría, 2010).

En dichos ecosistemas, se intervienen algunos elementos como: abundante neblina, humedad, precipitación, menor oferta de luz, pendientes empinadas y frecuentes deslizamientos naturales; lo cual contribuye a la formación de características micro climáticas, edafológicas y de relieve muy diferenciadas (DFG, 2004; Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008), que de alguna u otra manera influyen en la calidad de los individuos.

El desarrollo de la regeneración natural depende, entre otros factores, de la calidad florística, especialmente, de la reflejada a través de la herbivoría o estado fitosanitario, pues la depredación por insectos influye drásticamente en el crecimiento de los individuos, por la reducción del área foliar (Mostacedo y Pinard, 2001; Pardos *et al.*, 2012). Un estudio reciente revela que la media de la altura de las plántulas decrece 21 mm por cada 1 % de herbivoría natural (Ruiz, 2012).

5.6 APERTURA DE DOSEL Y REGENERACIÓN NATURAL

En lo que respecta a la apertura de dosel, el análisis de varianza demostró que existen diferencias significativas entre los períodos de evaluación; es decir, que los valores de apertura de dosel son diferentes en cada año, esta situación ocurre con un p-valor = 0,0002. La apertura de dosel del área de estudio fue mayor en el año 2009 (11,80 %), conforme pasó el tiempo, dicha apertura fue disminuyendo gradualmente, siendo así que en el 2012 (10,97 %) y 2014 (8,16 %), se tiene porcentajes de apertura menores a la evaluación anterior.

Aunque, se necesita de varios períodos de evaluación, con los resultados obtenidos, se puede deducir que conforme pasa el tiempo, los doseles de los claros de bosque se van cerrando, y con ello va cambiando la estructura del bosque, así como las características microambientales (Roblero, 2013), puesto que las plantas se desarrollan e incrementan en altura y DAB, llegando a ocupar doseles medio y altos, compitiendo con los demás individuos por recursos, entre ellos el paso de luz a las partes inferiores del bosque (Jaramillo y Muñoz, 2009).

La apertura de dosel es muy importante para el desarrollo de la vegetación, especialmente en este tipo de ecosistemas (Muñoz, 2014), que se caracterizan por una vegetación densa y por la presencia de abundante neblina, humedad, precipitación y menor oferta de luz (DFG, 2004; Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008).

Entre los beneficios que presta la apertura de dosel, se puede mencionar el ingreso de luz al sotobosque (Günter, 2001; Calva *et al.*, 2007; Pinto *et al.*, 2011 y Canales *et al.*, 2013). Jiménez (2015), menciona que la transmisión de luz directa, total y difusa al interior del bosque depende principalmente de la apertura de dosel generada; esto se confirma con lo presentado por Cabrelli *et al.* (2006) y Signorelli *et al.* (2011), quienes revelan en sus estudios, que cuanto mayor es la apertura de dosel, mayor es la transmisión de luz.

La apertura de dosel se corresponde con los parámetros ecológicos de la regeneración natural de los claros de bosque. La reducción de la apertura de dosel y con ello el menor ingreso de luz desde el 2009 hasta el 2014, favoreció a especies esciófitas o propias del sotobosque como: *Nectandra sp.* y *Miconia sp.*, permitiendo un incremento en su abundancia y densidad; mientras que la menor apertura de dosel perjudicó a especies heliófitas como: *Inga sp.*, *Inga sp.2* y *Heliocarpus americanus*, generando una reducción en el número de individuos.

Los porcentajes de apertura de dosel variaron notablemente en las diferentes parcelas del área de estudio. El valor más alto de apertura de dosel (15,20 %) se registró en la parcela E (en 2009) y el valor más bajo (4,47 %) en la parcela A (en 2014). Estas variaciones están relacionadas con la topografía del sitio y condiciones microclimáticas (Muñoz, 2014).

En los dos últimos períodos de evaluación (2012 y 2014), los claros de bosque presentaron mayor apertura de dosel (10,97 % y 8,16 %, respectivamente) en comparación a los resultados presentados por Jiménez (2015) en las parcelas bajo bosque (9,04 % y 6,79 %, respectivamente). Lo

cual era de esperarse, debido a que la presente investigación se enfocó a evaluar las parcelas instaladas en los claros generados por la aplicación del tratamiento silvicultural; mientras que la evaluación realizada por Jiménez (2015) se enfocó a analizar las parcelas instaladas en el sotobosque.

6. CONCLUSIONES

Elaborado el análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- La formación de claros por la aplicación del tratamiento silvicultural de liberación y la propia dinámica del bosque existente en el área de estudio, influyó en la composición florística y en el establecimiento del número de familias, géneros, especies y en el número de individuos de la regeneración natural; pues conforme se analizan los períodos de evaluación, entre más transcurre el tiempo mayores son las variaciones identificadas en las parcelas establecidas.
- Las familias más representativas, en términos de especies, del área de estudio fueron: Solanaceae, Lauraceae, Piperaceae, Mimosaceae, Rubiaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae y Meliaceae.
- La abundancia y densidad de las especies de regeneración natural se modificó con el transcurso del tiempo, especies como *Psychotria sp.*, *Palicourea sp.* y *Faramea sp.* incrementaron gradualmente su abundancia y densidad desde el año 2009 hasta el 2014; al contrario de especies como *Inga sp.*, *Inga sp.2*, *Heliocarpus americanus* y *Solanum anisophyllum* que sufrieron disminución en el número de individuos hasta el año 2014.
- Las condiciones ambientales y la propia dinámica de la regeneración natural presente en el último período de evaluación favorecieron el desarrollo de especies como *Larnax sp.*, *Miconia sp.*, *Nectandra sp.*, y *Neea sp.*

- La especie *Chamaedorea pinnatifrons* fue la que obtuvo la mayor abundancia y densidad en los tres períodos de evaluación, superando con más del 50 % a las otras especies.
- Las especies con mayor frecuencia en los tres períodos de evaluación son: *Chamaedorea pinnatifrons*, *Inga sp.1*, *Psychotria sp* y *Faramea sp*. No obstante, especies como *Larnax sp.* y *Miconia sp.* aumentaron considerablemente su frecuencia en el último período de evaluación; mientras que especies como *Inga sp.1*, *Inga sp.2*, *Cecropia sp.* y *Heliocarpus americanus*, disminuyeron su frecuencia en dicho período.
- Durante los tres períodos de evaluación no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de riqueza y diversidad; siendo el año 2014, el que presentó los valores más altos con 18,69 % para riqueza y 3,49 para diversidad.
- El incremento periódico anual en altura es superior conforme incrementa la altura de la regeneración natural, es así que en la primera clase (5 a 50 cm) se tiene el más bajo incremento ($4,88 \pm 0,50$ cm); mientras que en la quinta clase (>200 cm) se tiene el mayor incremento promedio ($38,37 \pm 1,30$ cm).
- El incremento periódico anual en DAB es superior conforme incrementa el DAB de la regeneración natural, es así que en la primera clase (0 a 10 mm) se tiene el más bajo incremento ($0,68 \pm 0,07$ mm); mientras que en la quinta clase (40,01 a 50 mm) se tiene el mayor incremento promedio ($2,09 \pm 0,27$ mm).
- Las mayores tasas de reclutamiento se registraron en especies propias del sotobosque tales como *Chamaedorea pinnatifrons* y *Nectandra sp*. Mientras que las mayores tasas de mortalidad se presentaron en

especies heliófitas como *Inga sp.1* y *Heliocarpus americanus*, entre otras.

- De los 17.781,25 individuos por hectárea presentes en el área de estudio, el 23,90 % presenta un estado excelente (sin lesiones de plagas o enfermedades), el 38,66 % un estado fitosanitario muy bueno (posee lesiones en un 25 % del área foliar), el 20,73 % un estado regular (lesiones en un 50 % del área foliar y el tallo) y el 16,69 % un estado deficiente (lesiones en un 50 % del área foliar y el tallo).
- La apertura de dosel de los claros de bosque presenta diferencias significativas (p -valor = 0,0002) en los tres períodos de evaluación; porque conforme transcurre el tiempo, dicha apertura va disminuyendo considerablemente.

7. RECOMENDACIONES

Culminada la presente investigación, se establecen las siguientes recomendaciones:

- Seguir realizando investigaciones sobre la evaluación de la regeneración natural en los bosques tropicales de montaña en la “Estación Científica San Francisco”, debido a que los resultados se obtienen a largo plazo.
- Correlacionar los datos obtenidos del análisis de los parámetros ecológicos, con otras variables ambientales y ecológicas, de tal manera que se obtenga resultados integrados sobre la incidencia de estos factores en la dinámica de la regeneración natural.
- Realizar investigaciones sobre los niveles de luz en los claros porque representan un aspecto fundamental en la regeneración natural del bosque, ya que afectan aspectos como el crecimiento y la sobrevivencia de los árboles jóvenes, que debe ser monitoreado para evaluar los reales efectos de la implementación de tratamientos silviculturales sobre la regeneración natural.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, Z; Aguirre, N. 1999. Guía para desarrollar estudios de comunidades vegetales. Departamento de Botánica y Ecología. Herbario Loja. 30 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Alegría, MW; Tello, ER; Panduro, MY; Álvarez, VL; Macedo, BL; Rojas, TR; Ramírez, FF; Barbagelata, RN; Encinas, MV. 2010. Dinámica de la regeneración natural en claros y frecuencia de claros en bosques de terraza baja (en línea). Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos-PE. 15 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en: <http://www.unapiquitos.edu.pe/investigacion/oginv/descargas/2008/ARTICULO-waldemaralegria.pdf>.

Álvarez, E; Tejedor Garavito, N; Arango Caro, S; Araujo Murakami, A; Blundo, C; Boza Espinoza, TE; La Torre Cuadros, MA; Gaviria, J; Gutiérrez, N; Jørgensen, PM; et al. 2012. Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales (en línea). *Ecosistemas* 21 (1-2): 148-166. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/34>.

Arias, E; Robles, M. 2010. Aprovechamiento de los recursos forestales en Ecuador 2007-2009. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, EC. 9 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Arias, M; Barrera, J. 2007. Caracterización florística y estructural de la vegetación vascular en áreas con diferente condición de abandono en la cantera Soratama, localidad de Usaquén, Bogotá. *Revista de Facultad de Ciencias*. Volumen 12: 25-45. Edición especial II. Bogotá, Colombia. 22 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Ariza, W; Toro, J; Lores, A. 2009. Análisis florístico y estructural de los bosques premontanos en el municipio de Amalfi (Antioquia, Colombia). *Revista Colombiana Forestal* 12: 81-102. 22 p. Disponible en: <http://www.scielo.org.co> (Consultado 26, julio de 2014).

Balvanera, P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales (en línea). *Ecosistemas* 21 (1-2): 136-147. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>.

Benítez López, H. 2002. Regeneración natural de *Pinus caribaea* var. *caribaea* mediante talas rasas en fajas alternas (en línea). Tesis PhD Ciencias Forestales. Alicante, ES, Universidad de Alicante. 208 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://rua.ua.es/>.

Bussmann, RW. 2003. Los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco: zonación de la vegetación y regeneración natural (en línea). *Lyonia* 3 (1): 57-72. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.mtnforum.org/sites/default/files/publication/files/914.pdf>.

Bussmann, RW. 2005. Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso (en línea). *Revista Peruana de Biología* 12 (2): 203-216. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v12n2/v12n2a06.pdf>.

Cabrelli, D; Rebottaro, S; Effron, D. 2006. Caracterización del dosel forestal y del microambiente lumínico en rodales con diferente manejo, utilizando fotografía hemisférica (en línea). *Revista Quebracho (Santiago del Estero)* 1 (13): 17-25. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185130262006000100003&script=-ci_arttext.

Calva, O; Beltrán, G; Günter, S; Cabrera, O. 2007. Impacto de la luz sobre la regeneración natural de Podocarpáceas en los bosques de San Francisco y Numbala (en línea). *Bosques Latitud Cero* no. 3: 21–23. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en: <http://w3.forst.tu-muenchen.de/~waldbau/litorg0/2018.pdf>.

Campos Zumaeta, LE. 2009. Evaluación de la regeneración natural de los claros en el bosque de la llanura aluvial del río Nanay, Puerto Almendra –

Loreto (en línea). Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos-PE. 68 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en: <http://dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/112/1/TESIS%20FINAL.pdf>.

Canales Springett, AW; Ceroni Stuva, A; Domínguez Torrejón, G; Castillo Quiliano, A. 2013. Respuesta de la regeneración natural de la *Uncaria guianensis* (Aubl.) J.F. Gmel “Uña de gato”, al efecto de la luz en bosques secundarios dentro del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt, Pucallpa – Perú (en línea). *Ecología Aplicada* 12 (2): 111-120. (Consultado 26, julio de 2014). 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v12n2/a06v12n2.pdf>.

Cantillo, E; Fajardo, A. 2004. Reserva Natural de Yotoco: su vegetación leñosa. *Colombia Forestal* No. 17 (1): 75-93. (Consultado 26, julio de 2014).

Cárdenas Velásquez, CY; Castro Gómez, AR, 2002. Evaluación del comportamiento actual de la regeneración natural no establecida de tres especies forestales en el bosque seco tropical de Nandarola, Granada (en línea). Tesis Ing. Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria. 60 p. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnk10c266.pdf> (Consultado 26, julio de 2014).

Castillo Sánchez, ML; Cueva Villalta, DM. 2006. Propagación a nivel de invernadero y estudio de regeneración natural de dos especies de Podocarpaceas en su hábitat natural (en línea). Tesis Ing. Forestal. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja. 175 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/5190> (Consultado 26, julio de 2014).

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Extensión). 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Turrialba, CR. CATIE. 52p. (Consultado 26, julio de 2014).

Chalco, M; Paccha, R. 2013. Evaluación del impacto en la regeneración natural en áreas intervenidas y no intervenidas por la tala selectiva, en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco. Tesis Ing. Ambiental. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja. 90 p. (Consultado 26, julio de 2014).

DFG (DFG). 2004. Funcionalidad en un bosque tropical de montaña del sur del Ecuador: diversidad, procesos dinámicos y potencialidades de uso (en línea). Loja, EC, Naturaleza y Cultura Internacional. 45 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://bergregenwald.de/pages/BroschSpanisch.pdf>.

Dueñas, A; Betancur, A; Galindo, R. 2007. Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, Colombia. *Colombia Forestal* 10 (20): 26-35. (Consultado 26, julio de 2014).

Finegan B.; Delgado D.; Hayes J.; Gretzinger S. 2004. El monitoreo ecológico como herramienta de manejo forestal sostenible: consideraciones básicas y propuesta metodológica con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación certificados bajo el marco del FSC. *Recursos Naturales y Ambiente* No. 42: 29-42. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev46-47/Pag.%2066-78.pdf>. (Consultado 26, julio de 2014).

Fredericksen y Peralta. 2001. Opciones Silviculturales para el Manejo Forestal en Bolivia (en línea). En: Mostacedo, B; Fredericksen, TS (Eds) *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia*. Trad. Gutiérrez, D. Santa Cruz, BO, Editora El País. 224 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.researchgate.net>.

Freitas, L. 1996. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera, Amazoniperuana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, PE. 81 p. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/ST021.pdf> (Consultado 26, julio de 2014).

Gálvez M, JR; Ordóñez G, OR; Bussmann, RW. 2003. Estructura del bosque montano perturbado y no-perturbado en el Sur de Ecuador (en línea). *Lyonia* 3 (1): 83-98. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.lyonia.org/>.

Gamboa Badilla, N; Arias Claire, H. 2008. Regeneración de *Dipteryx panamensis* en bosques bajo manejo forestal en el paisaje fragmentado del noreste de Costa Rica (en línea). 12 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_t1c1_02.pdf.

Ganzhi Tacuri, JO. 2006. Estudio anatómico de las especies arbóreas del bosque nublado de la Estación Científica San Francisco. Tesis Ing. Forestal. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja. 243 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Guardia Vaca, S. 2004. Dinámica y efectos de un tratamiento silvicultural en el bosque secundario "Florencia" (en línea). Tesis Magister Scientie. San Carlos, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 141 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0276E/A0276E.PDF>.

Günter, S. 2001. Impacto de los factores ecológicos en la regeneración natural de la mara (*Swietenia macrophylla* King) en bosques naturales de Bolivia (en línea). En: Mostacedo, B; Fredericksen, TS (Eds) Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Trad. Gutiérrez, D. Santa Cruz, BO, Editora El País. 224 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.researchgate.net>.

Hernández, Z. 1999. Cronosecuencia del bosque seco tropical en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Costa Rica. Tesis Bach. Cartago, CR: ITCR. Esc. Ingeniería Forestal. 72 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Hoyos, R; Urrego, LE; Lema, A. 2013. Respuesta de la regeneración natural en manglares del Golfo de Urabá (Colombia) a la variabilidad ambiental y climática intra-anual (en línea). *Revista de Biología Tropical* 61 (3): 1445-1461.

(Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v61n3/a35v61n3.pdf>.

Jaramillo, L; Muñoz, L. 2009. Evaluación de la regeneración natural de especies forestales del bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo. Tesis Ing. Forestal. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja. 136p. (Consultado 26, julio de 2014).

Jiménez Monge, DF; Becerra Guadalajara, DJ. 2011. Crecimiento de árboles de nueve especies forestales, y sus implicaciones para el manejo forestal en la Estación Científica San Francisco. Tesis Ing. Forestal. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja. 186 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Jiménez, J. 2015. Análisis de la influencia de la luz en la regeneración natural de especies forestales, del bosque tropical de montaña, en la Estación Científica San Francisco. Tesis Ing. Ambiental. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja. 150 p. (Consultado 01, junio de 2015).

Kiss, K; Bräuning, A. 2008. El bosque húmedo de montaña: investigaciones sobre la diversidad de un ecosistema de montaña en el Sur del Ecuador (en línea). DFG Científica (DFG), TMF y Naturaleza y Cultura Internacional (NCI). Loja - Ecuador. 64p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en http://www.naturaleza ycultura.org/docs/bosque_humedo.

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. Carrillo, A. (Trad.). Eschborn. DE. GTZ (Cooperación Técnico Alemana). 335 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Leigue Gómez, JW. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana (en línea). Acta Amazónica 41 (1): 135-142. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/aa/v41n1/a16v41n1.pdf>.

Leiva, J. 2001. Comparación de las Estrategias de Regeneración Natural entre los Bosques Primarios y Secundarios en las zonas bajas del Atlántico Costarricense. Tesis Bach. Cartago, CR: ITCR. Esc. Ingeniería Forestal. 102 p. (Consultado 26, julio de 2014).

López, CA; Gorgoso, J; Castedo, F. 2009. Análisis del ritmo anual de crecimiento de masas de *Pinus radiata* en la provincia de Lugo (Galicia) (en línea). Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Santiago de Compostela. España. 6 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/viewFile/6147/6074>.

Louman, B. 2001. Bases ecológicas. In: Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Editado por: Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Turrialba, CR, CATIE. 57 – 62 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Lucas Borja, ME; Candel Pérez, D; Molero Carrasco, J; Monreal Montoya, JA; Botella Mirales, O; Rubio Moraga, A; Ahrazem, O; Gómez Gómez, ML. 2013. La regeneración natural del pino laricio (*Pinus nigra* Arn. Ssp *salzmannii*): Resultados después de quince años de investigación (en línea). Sexto Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. 10 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-004.pdf>.

Manzanero, M; Pinelo, G. 2004. Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. WWF, Serie Técnica N° 4. 49 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Melo Cruz, OA; Vargas Ríos, R. 2001. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos (en línea). Ibagué, CO, Universidad del Tolima. 222 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.ut.edu.co/academico/>.

Monge, A. 1999. Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde,

Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Bach. Cartago, CR: ITCR. Esc. Ingeniería Forestal. 65 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Mostacedo, B; Pinard, M. 2001. Ecología de semillas y plántulas de árboles maderables en bosques tropicales de Bolivia (en línea). En: Mostacedo, B; Fredericksen, TS (Eds) Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Trad. Gutiérrez, D. Santa Cruz, BO, Editora El País. 224 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.researchgate.net>.

Mostacedo, B; Villegas, Z; Licona, JC; Alarcón, A; Villarroel, D; Peña, M; Fredericksen, TS. 2009. Ecología y silvicultura de los principales bosques tropicales de Bolivia (en línea). Santa Cruz, BO, Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF). 151 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.ibifbolivia.org.bo/index.php/Publicaciones/EcologiySilviculturadelosPrincipalesBosques>.

Muñoz, J. 2009. Monitoreo del impacto ambiental de operaciones del manejo forestal en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco. (Consultado 26, julio de 2014).

Muñoz, J. 2014. Efectos en la regeneración natural en claros por tratamientos silviculturales en un bosque tropical de montaña del sur del Ecuador (en línea). Revista CEDAMAZ 1 (5): 66-80. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://unl.edu.ec/sites/>.

Muñoz, J; Muñoz, L. 2010. Evaluación de la composición florística de la regeneración natural del bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo (en línea). ECOLOGÍA FORESTAL 1(1): 88-99. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/335>.

Muñoz, R. 2002. Estudio florístico estructural de una asociación vegetal en el bosque latifoliado maduro de la Montaña de El Uyuca. Honduras. 77 p. (Consultado 26, julio de 2014).

Palacios, WA. 2004. Forest species communities in tropical rain forests of Ecuador (en línea). *Lyonia* 7 (1): 33-40. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.274.1>.

Pardos Mínguez, M; Montes Pita, F; Cañellas Rey de Viñas, I. 2007. Relación espacial entre la regeneración natural de *Pinus sylvestris* y el ambiente lumínico antes y tras la apertura de la masa en el Monte del Pinar de Navafría (Segovia) (en línea). *Sociedad Española de Ciencias Forestales* no. 23: 233-238. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.secforestales.org/>.

Pardos, M; Bravo, F; Gordo, FJ; Montero, G; Calama, R. 2012. La investigación en la regeneración natural de las masas forestales (en línea). En: Gordo, FJ; Calama, R; Pardos, M; Bravo, F; Montero, G (Eds) *La regeneración natural de los pinares en los arenales de la mesera castellana*. Valladolid, ES, INIA. 258 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.aeet.org/Resources/HtmlRes/Files/Noticias/Gordo%20et%20al%2002%20012.pdf>.

Pariona, W; Fredericksen, T. 2000. Regeneración natural y liberación de especies comerciales establecidas en claros de corta en dos tipos de bosques bolivianos (en línea). *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR*. Santa Cruz, BO. 22 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacl890.pdf

Pinto, ML; Quevedo, L; Arce, A. 2011. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la regeneración natural en un bosque seco Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia (en línea). Santa Cruz, BO, Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables (CIMAR). (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.lidema.org.bo>.

Promis, A. 2013. Medición y estimación del ambiente lumínico en el interior del bosque: una revisión (en línea). *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 19 (1): 139-146. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/629/62926254011.pdf>.

Quesada, R. 2002. Dinámica del bosque muy húmedo tropical diez años después de la intervención forestal en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Informe Final de Proyecto de Investigación. VIE. ITCR. (Consultado 26, julio de 2014).

Quinto Mosquera, H; Rengifo Ibargüen, R; Ramos Palacios, YA. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó (Colombia) (en línea). Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín 62 (1): 4855-4868. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100013.

Roblero, A. 2013. Caracterización del microambiente lumínico en áreas bajo diferentes sistemas de manejo, utilizando fotografías hemisféricas (en línea). Seminarios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. p. 290-299. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en http://www.fcf.uanl.mx/sites/default/files/files/Ing_%20Alejandro%20Roblero%20Soto,%203er_%20Nivel.pdf.

Rodríguez García, E; Juez, L; Guerra, B; Bravo, F. 2007. Análisis de la regeneración natural de *Pinus pinaster* Ait en los arenales de Almazán – Bayubas (en línea). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) 16 (1): 25-38. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en http://www.inia.es/gcontrec/pub/025-038-%281306%29-Analisis_1175077141250.pdf.

Ruiz, J. 2012. Efectos de la herbivoría foliar en el crecimiento y mortalidad de plántulas de *Vochysia ferruginea* (Vochysiaceae) en un bosque en regeneración pos-huracán (en línea). Encuentro nº 91: 76-90. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en: <http://encuentro.uca.edu.ni/images/stories/2012/pdf/91e/Efectosdelaherbivoria.pdf>.

Sánchez Pérez, BR; Castillo Acosta, O; Cámara Cabrales, LC. 2011. Regeneración natural de la selva alta perennifolia en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, México (en línea). Polibotánica no. 32: 63-88.

(Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://www.herbario.encb.ipn.mx/pb/pdf/pb32/rege.pdf>.

Signorelli, A; Borodowski, E; Cornaglia, P; Fernandez, E. 2011. Efecto de la intensidad de raleo sobre la transmisión de luz en plantación de *Populus deltoides* (en línea). Trabajo Técnico. Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. 8 p. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/_archivos/_biblioteca/Signorelli_Alejandro_TC.pdf.

Sitoe, A. 1992. Crecimiento diamétrico de las especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis M. Sc. Turrialba, CR: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. (Consultado 26, julio de 2014).

Valerio, J; Salas, C. 1997. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual técnico – Proyecto de manejo sostenible (BOLFOR). San Cruz, BO, El País. 85p. (Consultado 26, julio de 2014).

Weinberger, R; Ramírez, C. 2001. Microclima y regeneración natural de raulí, roble y coigüe (*Nothofagus alpina*, *N. obliqua* y *N. dombeyi*) (en línea). Bosque 22 (1): 11-26. (Consultado 26, julio de 2014). Disponible en <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v22n1/art02.pdf>.

9. ANEXOS

ANEXO 1. ABUNDANCIA, DENSIDAD Y FRECUENCIA DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS TRES PERÍODOS DE EVALUACIÓN.

Cuadro 1. Abundancia, densidad y frecuencia de la regeneración natural en el área de estudio, para el año 2009.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
ACTINIDACEAE	<i>Saurauia sp.</i>	0,18	31,25	6,25
ANNONACEAE	<i>Rollinia sp.</i>	0,90	156,25	18,75
ANNONACEAE	<i>Guatteria sp.</i>	0,18	31,25	6,25
ARALIACEAE	<i>Oreopanax sp.</i>	0,18	31,25	6,25
ARECACEAE	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	18,92	3281,25	100,00
ARECACEAE	<i>Geonoma orbignyana</i>	1,62	281,25	43,75
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	0,90	156,25	18,75
ASTERACEAE	<i>Piptocoma discolor</i>	0,18	31,25	6,25
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sp.</i>	2,16	375,00	43,75
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum sp.</i>	0,54	93,75	12,50
CYATHEACEAE	<i>Cyathea sp.</i>	0,18	31,25	6,25
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima asperifolia</i>	0,90	156,25	18,75
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	0,90	156,25	12,50
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulosum</i>	0,36	62,50	12,50
GESNERIACEAE	<i>Gesneria sp.</i>	0,18	31,25	6,25
GESNERIACEAE	<i>Gesneriaceae sp.</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 1</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 2</i>	0,18	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Nectandra lineatifolia</i>	0,90	156,25	25,00
LAURACEAE	<i>Endlicheria serícea</i>	0,72	125,00	25,00
LAURACEAE	<i>Aiouea dubia</i>	0,72	125,00	18,75
LAURACEAE	<i>Aniba riparia</i>	0,36	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Nectandra reticulata</i>	0,36	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Persea cf. rigens</i>	0,36	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Nectandra membranacea</i>	0,18	31,25	6,25
LECYTHIDACEAE	<i>Lecythidaceae sp.</i>	1,44	250,00	12,50
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	2,70	468,75	43,75
MELASTOMATACEAE	<i>Graffenrieda sp.</i>	0,72	125,00	25,00
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp. 4</i>	0,18	31,25	6,25
MELIACEAE	<i>Trichilia sp.</i>	1,08	187,50	31,25
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i>	0,90	156,25	25,00

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
MELIACEAE	<i>Guarea sp.</i>	0,36	62,50	12,50
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i>	0,18	31,25	6,25
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.1</i>	8,11	1406,25	87,50
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.2</i>	3,42	593,75	56,25
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.6</i>	0,90	156,25	18,75
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.4</i>	0,54	93,75	12,50
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.3</i>	0,18	31,25	6,25
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia sp.</i>	0,18	31,25	6,25
MONIMIACEAE	<i>Siparuma sp.</i>	0,18	31,25	6,25
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	0,54	93,75	18,75
MORACEAE	<i>Naucleopsis glabra</i>	0,36	62,50	12,50
MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	0,18	31,25	6,25
MYRSINACEAE	<i>Myrsine sp.</i>	0,18	31,25	6,25
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp.</i>	1,62	281,25	6,25
NYCTAGINACEAE	<i>Neea sp.</i>	1,08	187,50	18,75
PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	2,52	437,50	31,25
PIPERACEAE	<i>Piper sp.5</i>	1,62	281,25	31,25
PIPERACEAE	<i>Piper sp.6</i>	1,62	281,25	25,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.4</i>	1,44	250,00	25,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.3</i>	0,72	125,00	12,50
PIPERACEAE	<i>Piper oblongifolium</i>	0,36	62,50	12,50
PIPERACEAE	<i>Piper sp.7</i>	0,36	62,50	6,25
ROSACEAE	<i>Prunus opaca</i>	0,36	62,50	12,50
ROSACEAE	<i>Prunus sp.</i>	0,18	31,25	6,25
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	5,77	1000,00	75,00
RUBIACEAE	<i>Faramea sp.</i>	3,96	687,50	68,75
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	4,50	781,25	50,00
RUBIACEAE	<i>Elaeagia sp.</i>	0,90	156,25	25,00
RUBIACEAE	<i>Elaeagia utilis</i>	0,18	31,25	6,25
RUBIACEAE	<i>Palicourea metistina</i>	0,18	31,25	6,25
SAPINDACEAE	<i>Cupania sp.</i>	1,98	343,75	31,25
SAPOTACEAE	<i>Micropholis sp.</i>	0,18	31,25	6,25
SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	0,18	31,25	6,25
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia sp.</i>	1,08	187,50	37,50
SOLANACEAE	<i>Solanum anisophyllum</i>	4,14	718,75	43,75
SOLANACEAE	<i>Cestrum megalophyllum</i>	0,90	156,25	31,25
SOLANACEAE	<i>Solanum oblongifolium</i>	0,72	125,00	18,75
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.2</i>	0,72	125,00	12,50

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.4</i>	0,18	31,25	6,25
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.7</i>	0,18	31,25	6,25
STAPHYLIACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	1,62	281,25	18,75
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis sp.</i>	0,72	125,00	18,75
TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	4,32	750,00	50,00
URTICACEAE	<i>Myriocarpa sp.</i>	0,90	156,25	18,75

Cuadro 2. Abundancia, densidad y frecuencia de la regeneración natural en el área de estudio, para el año 2012.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
ACTINIDACEAE	<i>Saurauia sp.</i>	0,21	31,25	6,25
ANNONACEAE	<i>Rollinia sp.</i>	1,03	156,25	18,75
ARALIACEAE	<i>Oreopanax sp.</i>	0,21	31,25	6,25
ARALIACEAE	<i>Schefflera sp.</i>	0,21	31,25	6,25
ARECACEAE	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	19,14	2906,25	87,50
ARECACEAE	<i>Geonoma orbignyana</i>	1,44	218,75	31,25
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	0,62	93,75	12,50
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum sp.</i>	0,21	31,25	6,25
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sp.</i>	2,26	343,75	43,75
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum sp.</i>	0,41	62,50	12,50
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum racemosum</i>	0,21	31,25	6,25
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima asperifolia</i>	1,03	156,25	18,75
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	1,03	156,25	12,50
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulosum</i>	0,21	31,25	6,25
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sp.</i>	0,21	31,25	6,25
GESNERIACEAE	<i>Besleria sp.</i>	0,21	31,25	6,25
GESNERIACEAE	<i>Gesneriaceae sp.</i>	0,21	31,25	6,25
ICACINACEAE	<i>Citronella sp.</i>	0,21	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 1</i>	0,21	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 11</i>	0,21	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 12</i>	0,21	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 2</i>	0,21	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 5</i>	0,21	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Endlicheria serícea</i>	0,82	125,00	25,00
LAURACEAE	<i>Aiouea dubia</i>	0,82	125,00	18,75
LAURACEAE	<i>Nectandra lineatifolia</i>	0,62	93,75	18,75
LAURACEAE	<i>Aniba riparia</i>	0,41	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Nectandra reticulata</i>	0,41	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Nectandra sp.</i>	0,41	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Persea cf. Rigens</i>	0,41	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Lectandra sp.</i>	0,21	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Nectandra membranacea</i>	0,21	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Ocotea sp.</i>	0,21	31,25	6,25
LECYTHIDACEAE	<i>Lecythidaceae sp.</i>	1,03	156,25	12,50
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	1,23	187,50	31,25
MELASTOMATACEAE	<i>Graffenrieda sp.</i>	0,62	93,75	18,75

Cuadro 2. Continuación.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
MELIACEAE	<i>Trichilia sp.</i>	1,23	187,50	31,25
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i>	0,41	62,50	12,50
MELIACEAE	<i>Guarea sp.</i>	0,41	62,50	12,50
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i>	0,21	31,25	6,25
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.1</i>	7,82	1187,50	81,25
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.2</i>	3,50	531,25	50,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.6</i>	0,82	125,00	18,75
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.</i>	0,41	62,50	12,50
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.4</i>	0,41	62,50	12,50
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.3</i>	0,21	31,25	6,25
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia sp.</i>	0,62	93,75	18,75
MONIMIACEAE	<i>Siparuma sp.</i>	0,21	31,25	6,25
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	0,41	62,50	12,50
MORACEAE	<i>Naucleopsis glabra</i>	0,41	62,50	12,50
MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	0,21	31,25	6,25
MYRSINACEAE	<i>Myrsine sp.</i>	0,21	31,25	6,25
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp.</i>	0,82	125,00	6,25
NYCTAGINACEAE	<i>Neea sp.</i>	1,03	156,25	18,75
NYCTAGINACEAE	<i>Neea ovalifolia</i>	0,41	62,50	6,25
NYCTAGINACEAE	<i>Neea divaricata</i>	0,21	31,25	6,25
PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	1,23	187,50	25,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.5</i>	1,23	187,50	25,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.4</i>	1,23	187,50	18,75
PIPERACEAE	<i>Piper sp.6</i>	1,23	187,50	18,75
PIPERACEAE	<i>Piper crassinervium</i>	0,82	125,00	18,75
PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>	0,41	62,50	12,50
PIPERACEAE	<i>Piper peltatum</i>	0,41	62,50	6,25
PIPERACEAE	<i>Piper oblongifolium</i>	0,21	31,25	6,25
ROSACEAE	<i>Prunus opaca</i>	0,21	31,25	6,25
ROSACEAE	<i>Prunus sp.</i>	0,21	31,25	6,25
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	6,38	968,75	81,25
RUBIACEAE	<i>Faramea sp.</i>	5,14	781,25	68,75
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	5,14	781,25	56,25
RUBIACEAE	<i>Elaeagia sp.</i>	0,82	125,00	18,75
RUBIACEAE	<i>Elaeagia utilis</i>	0,21	31,25	6,25
SABEACEAE	<i>Meliosa arenosa</i>	0,21	31,25	6,25
SAPINDACEAE	<i>Cupania sp.</i>	2,26	343,75	31,25
SAPOTACEAE	<i>Micropholis sp.</i>	0,21	31,25	6,25

Cuadro 2. Continuación.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	0,21	31,25	6,25
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia sp.</i>	1,44	218,75	43,75
SOLANACEAE	<i>Solanum anisophyllum</i>	3,70	562,50	43,75
SOLANACEAE	<i>Larnax sp.</i>	1,65	250,00	31,25
SOLANACEAE	<i>Cestrum megalophyllum</i>	0,82	125,00	25,00
SOLANACEAE	<i>Solanum oblongifolium</i>	0,82	125,00	18,75
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.2</i>	0,82	125,00	12,50
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp.</i>	0,62	93,75	12,50
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	0,41	62,50	12,50
SOLANACEAE	<i>Cuatresia sp.</i>	0,21	31,25	6,25
SOLANACEAE	<i>Lycianthes sp.</i>	0,21	31,25	6,25
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.7</i>	0,21	31,25	6,25
STAPHYLIACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	0,82	125,00	18,75
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis sp.</i>	0,82	125,00	18,75
TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	1,85	281,25	31,25
URTICACEAE	<i>Myriocarpa sp.</i>	0,41	62,50	12,50

Cuadro 3. Abundancia, densidad y frecuencia de la regeneración natural en el área de estudio, para el año 2014.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
ACTINIDACEAE	<i>Saurauia sp.</i>	0,18	31,25	6,25
ANNONACEAE	<i>Rollinia sp.</i>	0,70	125,00	12,50
ARALIACEAE	<i>Schefflera sp.</i>	0,35	62,50	6,25
ARALIACEAE	<i>Oreopanax microflorus</i>	0,18	31,25	6,25
ARALIACEAE	<i>Oreopanax sp.</i>	0,18	31,25	6,25
ARECACEAE	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	18,98	3375,00	93,75
ARECACEAE	<i>Geonoma orbignyana</i>	1,05	187,50	25,00
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	0,35	62,50	12,50
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum sp.</i>	0,35	62,50	12,50
ASTERACEAE	<i>Austroeupatorium sp.</i>	0,53	93,75	6,25
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sp.</i>	1,93	343,75	37,50
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum racemosum</i>	0,18	31,25	6,25
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum sp.</i>	0,18	31,25	6,25
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima asperifolia</i>	0,70	125,00	18,75
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	0,88	156,25	12,50
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima sp.</i>	0,35	62,50	12,50
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulosum</i>	0,18	31,25	6,25
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sp.</i>	0,18	31,25	6,25
GESNERIACEAE	<i>Besleria sp.</i>	0,35	62,50	12,50
ICACINACEAE	<i>Citronella sp.</i>	0,53	93,75	18,75
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 14</i>	0,88	156,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 7</i>	0,53	93,75	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 8</i>	0,35	62,50	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 1</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 10</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 11</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 12</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 13</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 15</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 16</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 17</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 18</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 19</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 2</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 20</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 3</i>	0,18	31,25	6,25

Cuadro 3. Continuación.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 4</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 5</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 6</i>	0,18	31,25	6,25
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 9</i>	0,18	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Nectandra sp.</i>	2,64	468,75	25,00
LAURACEAE	<i>Aiouea dubia</i>	0,53	93,75	12,50
LAURACEAE	<i>Aniba riparia</i>	0,35	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Endlicheria sericea</i>	0,35	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Nectandra lineatifolia</i>	0,35	62,50	12,50
LAURACEAE	<i>Lectandra sp.</i>	0,18	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Nectandra reticulata</i>	0,18	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Ocotea sp.</i>	0,18	31,25	6,25
LAURACEAE	<i>Persea cf. Rigens</i>	0,18	31,25	6,25
LECYTHIDACEAE	<i>Lecythidaceae sp.</i>	0,35	62,50	12,50
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	1,05	187,50	31,25
MELASTOMATACEAE	<i>Graffenrieda sp.</i>	0,53	93,75	18,75
MELASTOMATACEAE	<i>Arthrostema ciliatum</i>	0,35	62,50	12,50
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia sp.</i>	0,18	31,25	6,25
MELIACEAE	<i>Trichilia sp.</i>	0,88	156,25	25,00
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i>	0,18	31,25	6,25
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i>	0,18	31,25	6,25
MELIACEAE	<i>Guarea sp.</i>	0,18	31,25	6,25
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.1</i>	4,39	781,25	81,25
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.2</i>	2,11	375,00	50,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.</i>	1,23	218,75	37,50
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.6</i>	0,70	125,00	18,75
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.4</i>	0,35	62,50	12,50
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.3</i>	0,18	31,25	6,25
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia sp.</i>	0,88	156,25	25,00
MONIMIACEAE	<i>Siparuma sp.</i>	0,18	31,25	6,25
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	0,35	62,50	12,50
MORACEAE	<i>Naucleopsis glabra</i>	0,35	62,50	12,50
MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	0,18	31,25	6,25
MYRSINACEAE	<i>Myrsine sp.</i>	0,18	31,25	6,25
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp.</i>	0,70	125,00	6,25
NYCTAGINACEAE	<i>Neea sp.</i>	2,11	375,00	50,00
NYCTAGINACEAE	<i>Neea ovalifolia</i>	0,53	93,75	6,25
NYCTAGINACEAE	<i>Neea divaricata</i>	0,18	31,25	6,25

Cuadro 3. Continuación.

Familia	Especie	Abundancia (%)	Densidad (Ind/ha)	Frecuencia (%)
PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>	1,58	281,25	31,25
PIPERACEAE	<i>Piper sp.5</i>	1,05	187,50	25,00
PIPERACEAE	<i>Piper crassinervium</i>	0,88	156,25	25,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	0,88	156,25	25,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.6</i>	1,05	187,50	18,75
PIPERACEAE	<i>Piper oblongifolium</i>	0,53	93,75	18,75
PIPERACEAE	<i>Piper sp.4</i>	0,88	156,25	12,50
PIPERACEAE	<i>Piper peltatum</i>	0,35	62,50	6,25
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	6,50	1156,25	81,25
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	6,33	1125,00	81,25
RUBIACEAE	<i>Faramea sp.</i>	4,22	750,00	68,75
RUBIACEAE	<i>Elaeagia sp.</i>	0,70	125,00	18,75
RUBIACEAE	<i>Elaeagia utilis</i>	0,18	31,25	6,25
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i>	0,18	31,25	6,25
RUTACEAE	<i>Zantoxylum sp.</i>	0,18	31,25	6,25
SABEACEAE	<i>Meliosa arenosa</i>	0,18	31,25	6,25
SAPINDACEAE	<i>Cupania sp.</i>	1,58	281,25	31,25
SAPOTACEAE	<i>Micropholis sp.</i>	0,18	31,25	6,25
SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	0,18	31,25	6,25
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia sp.</i>	1,23	218,75	43,75
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	1,93	343,75	56,25
SOLANACEAE	<i>Larnax sp.</i>	2,99	531,25	43,75
SOLANACEAE	<i>Solanum anisophyllum</i>	2,64	468,75	43,75
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp.</i>	1,76	312,50	37,50
SOLANACEAE	<i>Cestrum megalophyllum</i>	0,70	125,00	25,00
SOLANACEAE	<i>Solanum oblongifolium</i>	0,70	125,00	18,75
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.2</i>	0,53	93,75	12,50
SOLANACEAE	<i>Cuatresia sp.</i>	0,35	62,50	6,25
SOLANACEAE	<i>Lycianthes sp.</i>	0,18	31,25	6,25
SOLANACEAE	<i>Markea sp.</i>	0,18	31,25	6,25
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.7</i>	0,18	31,25	6,25
STAPHYLIACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	0,35	62,50	12,50
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis sp.</i>	0,70	125,00	18,75
TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	1,41	250,00	25,00
URTICACEAE	<i>Myriocarpa sp.</i>	0,18	31,25	6,25

ANEXO 2: RIQUEZA DEL ÁREA DE ESTUDIO EN LOS TRES PERÍODOS DE EVALUACIÓN.

Cuadro 4. Riqueza del área de estudio, para el año 2009, 2012 y 2014.

Parcelas	Riqueza		
	2009	2012	2014
A	23	20	22
B	18	18	19
C	12	14	17
D	14	13	16
E	13	15	19
F	18	17	20
G	12	14	15
H	24	25	24
I	14	9	10
J	14	16	15
K	9	9	10
L	13	14	18
M	23	24	30
N	12	14	17
O	17	15	24
P	16	18	23

ANEXO 3: DIVERSIDAD ALFA DEL ÁREA DE ESTUDIO EN LOS TRES PERÍODOS DE EVALUACIÓN.

Cuadro 5. Diversidad alfa del área de estudio, para el año 2009, 2012 y 2014.

Parcelas	Diversidad (Índice de Shannon)		
	2009	2012	2014
A	2,47	2,49	2,63
B	2,87	2,91	3,03
C	3,03	3,08	3,2
D	3,15	3,21	3,32
E	3,23	3,31	3,43
F	3,3	3,38	3,5
G	3,33	3,42	3,55
H	3,37	3,46	3,59
I	3,4	3,5	3,62
J	3,42	3,52	3,65
K	3,44	3,54	3,67
L	3,45	3,56	3,69
M	3,47	3,58	3,71
N	3,47	3,59	3,73
O	3,49	3,61	3,75
P	3,5	3,62	3,77

ANEXO 4: TASAS ANUALES DE RECLUTAMIENTO DE LAS ESPECIES DE REGENERACIÓN NATURAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Cuadro 6. Tasas anuales de reclutamiento de las especies de regeneración natural del área de estudio, determinado para un período de 5 años (2009-2014).

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Ingresos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tr (%)
ACTINIDACEAE	<i>Saurauia sp.</i>	1	0	1	0,00
ANNONACEAE	<i>Guatteria sp.</i>	1	0	0	0,00
ANNONACEAE	<i>Rollinia sp.</i>	5	0	4	0,00
ARALIACEAE	<i>Oreopanax microflorus</i>	0	1	1	100,00
ARALIACEAE	<i>Oreopanax sp.</i>	1	0	1	0,00
ARALIACEAE	<i>Schefflera sp.</i>	0	2	2	100,00
ARECACEAE	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	105	63	108	8,97
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	5	0	2	0,00
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum sp.</i>	0	2	2	100,00
ARECACEAE	<i>Geonoma orbignyana</i>	9	0	6	0,00
ASTERACEAE	<i>Austroeupatorium sp.</i>	0	3	3	100,00
ASTERACEAE	<i>Pictocoma discolor</i>	1	0	0	0,00
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sp.</i>	12	4	11	5,59
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum racemosum</i>	0	1	1	100,00
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum sp.</i>	3	0	1	0,00
CYATHEACEAE	<i>Cyathea sp.</i>	1	0	0	0,00
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	5	0	5	0,00
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima asperifolia</i>	5	0	4	0,00
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima sp.</i>	0	2	2	100,00
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulosum</i>	2	0	1	0,00
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sp.</i>	0	1	1	100,00
GESNERIACEAE	<i>Besleria sp.</i>	0	2	2	100,00
GESNERIACEAE	<i>Gesneria sp.</i>	1	0	0	0,00
GESNERIACEAE	<i>Gesneriaceae sp.</i>	1	0	0	0,00
ICACINACEAE	<i>Citronella sp.</i>	0	3	3	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 1</i>	1	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 10</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 11</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 12</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 13</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 14</i>	0	5	5	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 15</i>	0	1	1	100,00

Cuadro 6. Continuación.

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Ingresos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tr (%)
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 16</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 17</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 18</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 19</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 2</i>	1	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 20</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 3</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 4</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 5</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 6</i>	0	1	1	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 7</i>	0	3	3	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 8</i>	0	2	2	100,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 9</i>	0	1	1	100,00
LAURACEAE	<i>Aiouea dubia</i>	4	0	3	0,00
LAURACEAE	<i>Aniba riparia</i>	2	0	2	0,00
LAURACEAE	<i>Endlicheria serícea</i>	4	0	2	0,00
LAURACEAE	<i>Lectandra sp.</i>	0	1	1	100,00
LAURACEAE	<i>Nectandra lineatifolia</i>	5	0	2	0,00
LAURACEAE	<i>Nectandra membranacea</i>	1	0	0	0,00
LAURACEAE	<i>Nectandra reticulata</i>	2	0	1	0,00
LAURACEAE	<i>Nectandra sp.</i>	0	15	15	100,00
LAURACEAE	<i>Ocotea sp.</i>	0	1	1	100,00
LAURACEAE	<i>Persea cf. Rigens</i>	2	0	1	0,00
LECYTHIDACEAE	<i>Lecythidaceae sp.</i>	8	1	2	2,33
Markea sp.	<i>Markea sp.</i>	0	1	1	100,00
MELASTOMATAACEAE	<i>Arthrostema ciliatum</i>	0	2	2	100,00
MELASTOMATAACEAE	<i>Clidemia sp.</i>	0	1	1	100,00
MELASTOMATAACEAE	<i>Graffenrieda sp.</i>	4	0	3	0,00
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i>	5	0	1	0,00
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i>	1	0	1	0,00
MELIACEAE	<i>Guarea sp.</i>	2	0	1	0,00
MELIACEAE	<i>Trichilia sp.</i>	6	0	5	0,00
Meliosa arenosa	<i>Meliosa arenosa</i>	0	1	1	100,00
Miconia sp.	<i>Miconia sp.</i>	15	3	6	3,58
Miconia sp.	<i>Miconia sp. 4</i>	1	0	0	0,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.</i>	0	7	7	100,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.1</i>	45	0	25	0,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.2</i>	19	0	12	0,00

Cuadro 6. Continuación.

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Ingresos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tr (%)
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.3</i>	1	0	1	0,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.4</i>	3	0	2	0,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.6</i>	5	0	4	0,00
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia sp.</i>	1	4	5	27,52
MONIMIACEAE	<i>Siparuma sp.</i>	1	0	1	0,00
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	3	0	2	0,00
MORACEAE	<i>Naucleopsis glabra</i>	2	0	2	0,00
MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	1	0	1	0,00
MYRSINACEAE	<i>Myrsine sp.</i>	1	0	1	0,00
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp.</i>	9	0	4	0,00
NYCTAGINACEAE	<i>Neea divaricata</i>	0	1	1	100,00
NYCTAGINACEAE	<i>Neea ovalifolia</i>	0	3	3	100,00
NYCTAGINACEAE	<i>Neea sp.</i>	6	7	12	14,33
PIPERACEAE	<i>Piper crassinervium</i>	0	5	5	100,00
PIPERACEAE	<i>Piper oblongifolium</i>	2	2	3	12,94
PIPERACEAE	<i>Piper peltatum</i>	0	2	2	100,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>	0	9	9	100,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	14	0	5	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.3</i>	4	0	0	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.4</i>	8	0	5	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.5</i>	9	0	6	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.6</i>	9	0	6	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.7</i>	2	0	0	0,00
ROSACEAE	<i>Prunus opaca</i>	2	0	0	0,00
ROSACEAE	<i>Prunus sp.</i>	1	0	0	0,00
RUBIACEAE	<i>Elaeagia sp.</i>	5	0	4	0,00
RUBIACEAE	<i>Elaeagia utilis</i>	1	0	1	0,00
RUBIACEAE	<i>Faramea sp.</i>	22	4	24	3,29
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i>	0	1	1	100,00
RUBIACEAE	<i>Palicourea metistina</i>	1	0	0	0,00
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	25	25	36	12,94
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	32	16	37	7,79
RUTACEAE	<i>Zantoxylum sp.</i>	0	1	1	100,00
SAPINDACEAE	<i>Cupania sp.</i>	11	0	9	0,00
SAPOTACEAE	<i>Micropholis sp.</i>	1	0	1	0,00
SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	1	0	1	0,00
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia sp.</i>	6	1	7	3,04
SOLANACEAE	<i>Cestrum megalophyllum</i>	5	0	4	0,00

Cuadro 6. Continuación.

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Ingresos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tr (%)
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp.</i>	0	10	10	100,00
SOLANACEAE	<i>Cuatresia sp.</i>	0	2	2	100,00
SOLANACEAE	<i>Larnax sp.</i>	0	17	17	100,00
SOLANACEAE	<i>Lycianthes sp.</i>	0	1	1	100,00
SOLANACEAE	<i>Solanum anisophyllum</i>	23	0	15	0,00
SOLANACEAE	<i>Solanum oblongifolium</i>	4	0	4	0,00
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	0	11	11	100,00
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.2</i>	4	0	3	0,00
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.4</i>	1	0	0	0,00
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.7</i>	1	0	1	0,00
STAPHYLIACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	9	0	2	0,00
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis sp.</i>	4	0	4	0,00
TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	24	0	8	0,00
URTICACEAE	<i>Myriocarpa sp.</i>	5	0	1	0,00

ANEXO 5: TASAS ANUALES DE MORTALIDAD DE LAS ESPECIES DE REGENERACIÓN NATURAL EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO.

Cuadro 7. Tasas anuales de mortalidad de las especies de regeneración natural del área de estudio, determinado para un período de 5 años (2009-2014).

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Muertos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tm (%)
ACTINIDACEAE	<i>Saurauia sp.</i>	1	0	1	0,00
ANNONACEAE	<i>Guatteria sp.</i>	1	1	0	100,00
ANNONACEAE	<i>Rollinia sp.</i>	5	1	4	4,36
ARALIACEAE	<i>Oreopanax microflorus</i>	0	0	1	0,00
ARALIACEAE	<i>Oreopanax sp.</i>	1	0	1	0,00
ARALIACEAE	<i>Schefflera sp.</i>	0	0	2	0,00
ARECACEAE	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	105	60	108	15,59
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	5	3	2	16,74
ARECACEAE	<i>Dictyocaryum sp.</i>	0	0	2	0,00
ARECACEAE	<i>Geonoma orbignyana</i>	9	3	6	7,79
ASTERACEAE	<i>Austroeupatorium sp.</i>	0	0	3	0,00
ASTERACEAE	<i>Pictocoma discolor</i>	1	1	0	100,00
CECROPIACEAE	<i>Cecropia sp.</i>	12	5	11	10,22
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum racemosum</i>	0	0	1	0,00
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum sp.</i>	3	2	1	19,73
CYATHEACEAE	<i>Cyathea sp.</i>	1	1	0	100,00
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea glandulosa</i>	5	0	5	0,00
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima asperifolia</i>	5	1	4	4,36
EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima sp.</i>	0	0	2	0,00
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulosum</i>	2	4	1	200,00
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sp.</i>	0	0	1	0,00
GESNERIACEAE	<i>Besleria sp.</i>	0	0	2	0,00
GESNERIACEAE	<i>Gesneria sp.</i>	1	1	0	100,00
GESNERIACEAE	<i>Gesneriaceae sp.</i>	1	1	0	100,00
ICACINACEAE	<i>Citronella sp.</i>	0	0	3	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 1</i>	1	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 10</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 11</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 12</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 13</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 14</i>	0	0	5	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 15</i>	0	0	1	0,00

Cuadro 7. Continuación.

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Muertos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tm (%)
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 16</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 17</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 18</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 19</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 2</i>	1	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 20</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 3</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 4</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 5</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 6</i>	0	0	1	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 7</i>	0	0	3	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 8</i>	0	0	2	0,00
INDETERMINADA	<i>Indeterminada 9</i>	0	0	1	0,00
LAURACEAE	<i>Aiouea dubia</i>	4	1	3	5,59
LAURACEAE	<i>Aniba riparia</i>	2	0	2	0,00
LAURACEAE	<i>Endlicheria sericea</i>	4	2	2	12,94
LAURACEAE	<i>Lectandra sp.</i>	0	0	1	0,00
LAURACEAE	<i>Nectandra lineatifolia</i>	5	3	2	16,74
LAURACEAE	<i>Nectandra membranacea</i>	1	1	0	100,00
LAURACEAE	<i>Nectandra reticulata</i>	2	1	1	12,94
LAURACEAE	<i>Nectandra sp.</i>	0	0	15	0,00
LAURACEAE	<i>Ocotea sp.</i>	0	0	1	0,00
LAURACEAE	<i>Persea cf. rigens</i>	2	1	1	12,94
LECYTHIDACEAE	<i>Lecythidaceae sp.</i>	8	7	2	34,02
Markea sp.	<i>Markea sp.</i>	0	0	1	0,00
MELASTOMATAACEAE	<i>Arthrostema ciliatum</i>	0	0	2	0,00
MELASTOMATAACEAE	<i>Clidemia sp.</i>	0	0	1	0,00
MELASTOMATAACEAE	<i>Graffenrieda sp.</i>	4	1	3	5,59
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i>	5	4	1	27,52
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i>	1	0	1	0,00
MELIACEAE	<i>Guarea sp.</i>	2	1	1	12,94
MELIACEAE	<i>Trichilia sp.</i>	6	1	5	3,58
Meliosa arenosa	<i>Meliosa arenosa</i>	0	0	1	0,00
Miconia sp.	<i>Miconia sp.</i>	15	12	6	27,52
Miconia sp.	<i>Miconia sp. 4</i>	1	1	0	100,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.</i>	0	0	7	0,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.1</i>	45	20	25	11,09
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.2</i>	19	7	12	8,78

Cuadro 7. Continuación.

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Muertos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tm (%)
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.3</i>	1	1	1	100,00
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.4</i>	3	1	2	7,79
MIMOSACEAE	<i>Inga sp.6</i>	5	0	4	0,00
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia sp.</i>	1	0	5	0,00
MONIMIACEAE	<i>Siparuma sp.</i>	1	0	1	0,00
MORACEAE	<i>Ficus sp.</i>	3	1	2	7,79
MORACEAE	<i>Naucleopsis glabra</i>	2	0	2	0,00
MYRSINACEAE	<i>Myrsine coriacea</i>	1	0	1	0,00
MYRSINACEAE	<i>Myrsine sp.</i>	1	0	1	0,00
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp.</i>	9	5	4	14,97
NYCTAGINACEAE	<i>Neea divaricata</i>	0	0	1	0,00
NYCTAGINACEAE	<i>Neea ovalifolia</i>	0	0	3	0,00
NYCTAGINACEAE	<i>Neea sp.</i>	6	1	12	3,58
PIPERACEAE	<i>Piper crassinervium</i>	0	0	5	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper oblongifolium</i>	2	1	3	12,94
PIPERACEAE	<i>Piper peltatum</i>	0	0	2	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>	0	0	9	0,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	14	9	5	18,61
PIPERACEAE	<i>Piper sp.3</i>	4	4	0	100,00
PIPERACEAE	<i>Piper sp.4</i>	8	3	5	8,97
PIPERACEAE	<i>Piper sp.5</i>	9	3	6	7,79
PIPERACEAE	<i>Piper sp.6</i>	9	3	6	7,79
PIPERACEAE	<i>Piper sp.7</i>	2	2	0	100,00
ROSACEAE	<i>Prunus opaca</i>	2	2	0	100,00
ROSACEAE	<i>Prunus sp.</i>	1	1	0	100,00
RUBIACEAE	<i>Elaeagia sp.</i>	5	1	4	4,36
RUBIACEAE	<i>Elaeagia utilis</i>	1	0	1	0,00
RUBIACEAE	<i>Faramea sp.</i>	22	2	24	1,89
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i>	0	0	1	0,00
RUBIACEAE	<i>Palicourea metistina</i>	1	1	0	100,00
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	25	14	36	15,14
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	32	11	37	8,08
RUTACEAE	<i>Zantoxylum sp.</i>	0	0	1	0,00
SAPINDACEAE	<i>Cupania sp.</i>	11	2	9	3,93
SAPOTACEAE	<i>Micropholis sp.</i>	1	0	1	0,00
SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	1	0	1	0,00
SIMAROUBACEAE	<i>Picramnia sp.</i>	6	0	7	0,00
SOLANACEAE	<i>Cestrum megalophyllum</i>	5	1	4	4,36

Cuadro 7. Continuación.

Familia	Especie	Nº Ind (2009)	Muertos (hasta 2014)	Nº Ind (2014)	Tm (%)
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp.</i>	0	0	10	0,00
SOLANACEAE	<i>Cuatresia sp.</i>	0	0	2	0,00
SOLANACEAE	<i>Larnax sp.</i>	0	0	17	0,00
SOLANACEAE	<i>Lycianthes sp.</i>	0	0	1	0,00
SOLANACEAE	<i>Solanum anisophyllum</i>	23	5	15	4,78
SOLANACEAE	<i>Solanum oblongifolium</i>	4	0	4	0,00
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	0	0	11	0,00
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.2</i>	4	1	3	5,59
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.4</i>	1	1	0	100,00
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.7</i>	1	0	1	0,00
STAPHYLIACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	9	7	2	25,98
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis sp.</i>	4	0	4	0,00
TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	24	16	8	19,73
URTICACEAE	<i>Myriocarpa sp.</i>	5	4	1	27,52

ANEXO 6: VALORES DE APERTURA DE DOSEL REGISTRADOS EN LAS PARCELAS DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO.

Cuadro 8. Porcentajes de apertura de dosel registrados en las parcelas de estudio, para el año 2009, 2012 y 2014.

Parcelas	Apertura dosel (%)		
	2009	2012	2014
A	13,04	11,34	4,47
B	12,80	11,65	8,68
C	12,60	12,27	7,28
D	7,40	8,63	7,23
E	15,20	13,10	11,23
F	10,45	9,98	6,81
G	8,10	7,28	7,28
H	12,50	11,23	9,31
I	14,10	13,69	8,67
J	10,42	9,52	6,18
K	13,23	12,74	11,65
L	11,22	9,36	5,62
M	7,80	6,08	5,98
N	14,50	15,21	11,18
O	13,90	13,26	9,26
P	11,61	10,19	9,72