



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE**



**EFFECTO DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL SOBRE EL
CRECIMIENTO DE LATIZALES EN UN BOSQUE TROPICAL DE
MONTAÑA DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO.**

TESIS DE GRADO, PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTOR: Luis Fernando Capa Cobos

DIRECTORA: Ing. Johana C. Muñoz Chamba Mg. Sc.

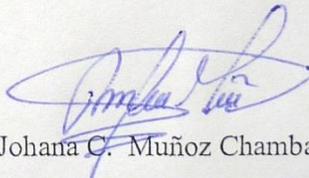
Loja – Ecuador
2014

CERTIFICACIÓN

En calidad de Directora de la tesis titulada “EFECTO DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE LATIZALES EN EL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO”, de autoría del señor egresado de la carrera de manejo y conservación del medio ambiente Luis Fernando Capa Cobos, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja 30 de octubre de 2014

Atentamente,



Ing. Johana C. Muñoz Chamba Mg. Sc.

DIRECTORA DE TESIS

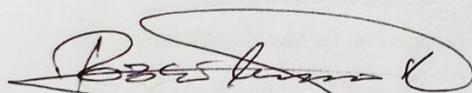
CERTIFICACIÓN

En calidad de tribunal Calificador de la Tesis titulada “EFECTO DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE LATIZALES EN EL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO”, de autoría del señor Luis Fernando Capa Cobos, egresado de la carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certifica que ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros

Por lo tanto autorizamos al señor egresado, su publicación y difusión.

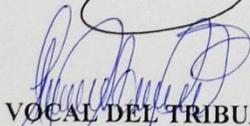
Loja 02 de diciembre de 2014

Atentamente,



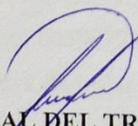
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Robert Guerrero Mg. Sc.



VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Pablo Álvarez Mg. Sc.



VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Diana Ochoa Mg. Sc.

AUTORÍA

Yo, Luis Fernando Capa Cobos declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones 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.



Luis Fernando Capa Cobos

1104106594

Loja 03 de diciembre de 2014

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

Yo, Luis Fernando Capa Cobos declaro ser autor de la tesis titulada “EFECTO DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE LATIZALES EN EL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA DE 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 puedan 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 03 días del mes de diciembre de 2014, firma el autor.



Luis Fernando Capa Cobos
CL: 1104106594

Dirección: Cda. Yahuarquina, Loja, Ecuador

Correo electrónico: luiscapa4@gmail.com

Teléfono: 0959879338

Directora de tesis: Ing. Johana C. Muñoz Chamba Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Robert Guerreo Mg. Sc.

Ing. Pablo Alvarez Mg. Sc.

Ing. Diana Ochoa Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

De manera especial agradezco a la Universidad Nacional de Loja, que a través de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, confirió mi formación profesional.

A la Ing. Johana Muñoz Chamba Mg. Sc., por sus consejos, comentarios y tiempo dedicado en el desarrollo de la presente investigación.

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

A mis compañeros, familia y amigos, que con su ayuda incondicional que hizo posible el desarrollo y culminación de este trabajo.

El autor

DEDICATORIA

Al Padre eterno, a su amor y compañía que dirigen mi camino.

A mi familia: Vicente, Gloria y Karina, por el apoyo y sacrificio brindado en la búsqueda diaria de esta meta.

Luis F. Capa

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA.....	3
2.2 REGENERACIÓN NATURAL.....	4
2.2.1 Crecimiento de los Bosques	5
2.2.2 Etapa de crecimiento latizal.....	5
2.2.3 Influencia de la luz en el crecimiento de las plantas	6
2.3 INTERVENCIONES SILVICULTURALES	7
2.4 MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE.....	8
2.5 PARÁMETROS ECOLÓGICOS.....	9
2.5.1 Altura	9
2.5.2 Área basal	9
2.5.3 Diámetro Normal.....	10
2.5.4 Estado fitosanitario.....	10
2.6 INVESTIGACIONES REALIZADAS	10
2.6.1 Investigaciones realizadas en la Estación Científica San Francisco.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
3.1.1 Ubicación y extensión	13
3.1.2 Zona de vida y características climáticas	15
3.1.3 Composición florística en el área de estudio.....	15
3.1.3.1 Microcuenca Q5	15
3.1.3.2 Microcuenca Q3	15
3.1.3.3 Microcuenca Q2	15
3.1.4 Tratamiento silvicultural aplicado.....	16
3.2 MÉTODOS.....	18
3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	18
3.2.1.1 Levantamiento de información en el área de estudio	18

3.2.1.2 Determinación de parámetros ecológicos.....	19
3.2.1.3 Determinación de la riqueza y composición florística.....	20
3.2.1.4 Análisis de la curva de rarefacción de especies.....	23
3.2.1.5 Calidad de regeneración y determinación del estado fitosanitario.....	23
3.2.1.6 Determinación de apertura del dosel.....	24
3.2.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DE UN BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO.....	25
3.2.2.1 Crecimiento periódico.....	25
3.2.2.2 Relación entre el tratamiento silvicultural y el crecimiento de latizales.....	25
VI. RESULTADOS.....	26
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.....	26
4.1.1 Parámetros ecológicos.....	26
4.1.1.1 Abundancia y Densidad.....	26
4.1.1.3 Dominancia.....	32
4.1.1.4 Índice de Valor de Importancia.....	33
4.1.2 Riqueza y Composición Florística.....	35
4.1.2.1 Índices Alpha de Shannon – Wiener , Simpson y Fisher.....	37
4.1.2.2 Coeficiente de Similitud de Sorensen.....	40
4.1.2.3 Calidad de regeneración.....	41
4.1.2.4 Apertura de dosel.....	42
4.2 EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DE UN BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO.....	46
4.2.1 Crecimiento en diámetro basal para el periodo 2004 – 2014.....	46
4.2.2 Altura.....	48
4.2.3 Relación entre el tratamiento silvicultural y el crecimiento de latizales.....	49
V. DISCUSIÓN.....	50
5.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LATIZALES.....	50
5.2 CALIDAD DE REGENERACIÓN NATURAL.....	52
5.3 APERTURA DE DOSEL.....	53

5.4 INCREMENTO PERIÓDICO EN DIÁMETRO BASAL Y ESTADO ACTUAL DE ALTURA EN LATIZALES.....54

5.5 EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DE LATIZALES55

VI. CONCLUSIONES.....56

VII. RECOMENDACIONES58

VIII. BIBLIOGRAFÍA59

IX. ANEXOS.....68

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Descripción de las ventajas y desventajas de la regeneración natural.....	5
Cuadro 2. Descripción del área de las microcuencas en estudio.....	13
Cuadro 3. Descripción de las variables levantadas en el área de estudio.....	18
Cuadro 4. Rangos del índice de similitud de Sorensen	22
Cuadro 5. Categorías de estado fitosanitario de las plantas de regeneración natural.....	23
Cuadro 6. Especies con mayor valor de abundancia y densidad en las áreas de estudio.	27
Cuadro 7. Especies con mayor frecuencia en las áreas de estudio Q2, Q3 y Q5	30
Cuadro 8. Especies de mayor dominancia en las áreas de estudio Q2, Q3 y Q5	32
Cuadro 9. Especies con mayor I.V.I. en las áreas de estudio Q2, Q3 y Q5.....	34
Cuadro 10. Familias, géneros y especies de latizales encontrados en las áreas de estudio Q5, Q3 y Q2 de la Estación Científica San Francisco.	35
Cuadro 11. Índices de diversidad en parcelas de los bloques de estudio	37
Cuadro 12. Índice de similitud de Sorensen, en los bloques de estudio.....	39
Cuadro 13. Categorías de calidad de regeneración natural	41
Cuadro 14. Promedios de apertura de dosel arbóreo en las áreas en estudio	42
Cuadro 15. Incremento periódico y número de individuos agrupados en clases de diámetro basal en las áreas intervenidas y el testigo.	45
Cuadro 16. Altura y número de individuos por área de estudio.....	47
Cuadro 17. Correlaciones entre variables determinadas en las áreas intervenidas y área testigo ..	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Mapa Base del área de estudio en la Estación Científica San Francisco	14
Figura 2. Intensidades de raleo del tratamiento silvicultural en los tres bloques. Cada cuadro representa las parcelas de 50 x 50 m.	17
Figura 3. A: Uso del Hipsómetro para la estimación de altura. B: Medición del CAP.....	19
Figura 4. Estimación de apertura del dosel. A: Instalación del densiómetro hemisférico en los puntos de muestreo. B: Ubicación de densiómetro en las direcciones cardinales.....	24
Figura 5. Especies con mayor número de individuos en las áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014	28
Figura 6. Especies de mayor densidad en las áreas intervenidas y de referencia en los años 2004 y 2014	28
Figura 7. Promedios de abundancia de las áreas en estudio para el año 2014	29
Figura 8. Promedios de densidad de las áreas en estudio para el año 2014	29
Figura 9. Especies con mayor valor de frecuencia en las áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014	31
Figura 10. Promedios de frecuencia en las áreas de estudio para el año 2014.....	31
Figura 11. Especies con mayor valor de dominancia en áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014.	33
Figura 12. Especies con mayor valor de importancia en áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014.	34
Figura 13. Promedio de riqueza de especies en las áreas de estudio para el año 2014	35
Figura 14. Promedio de riqueza de especies en los periodos de medición	36
Figura 15. Curva de acumulación de especies en las áreas de estudio.....	36
Figura 16. Índice de Shannon en áreas de estudio para el año 2014.....	38
Figura 17. Índice de Simpson en áreas de estudio para el año 2014.....	38
Figura 18. Índice de Alpha Fisher en las áreas de estudio para el año 2014.....	39
Figura 19. Dendrograma del Análisis de conglomerados Clúster de las áreas de estudio.	40
Figura 20. Categorías de estado fitosanitario en las áreas de estudio para el año 2014.....	41
Figura 21. Promedio de apertura del dosel del bosque de la ECSF en las áreas intervenidas y el área testigo. A: intervención fuerte. B: intervención leve. C: área testigo.....	43
Figura 22. Porcentaje de apertura de dosel por bloque de estudio en el año 2014.....	44

Figura 23. Porcentaje de apertura de dosel en los periodos de medición.....	44
Figura 24. Incremento periódico (2004 – 2014) en diámetro basal por rangos de clasificación. ..	46
Figura 25. Incremento periódico (2004 – 2014) en diámetro basal en las áreas intervenidas y el área testigo.	46
Figura 26. Incremento de diámetro basal en los periodos de medición	47
Figura 27. Altura total de latizales por categorías en las tres áreas de estudio.	48
Figura 28. Identificación del área de estudio en la Estación Científica San Francisco.....	76
Figura 29. Individuos evaluados (5 – 20 cm DAP).....	76
Figura 30. Colección de variables en los sitios de estudio.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Parámetros ecológicos en área de intervención fuerte (Q5)	68
Anexo 2. Parámetros ecológicos en área de intervención leve (Q3)	70
Anexo 3. Parámetros ecológicos en área de referencia (Q2).....	72
Anexo 4. Incremento periódico y número de individuos por unidad de muestreo en las áreas intervenidas y el testigo.	75
Anexo 5. Fotografías.....	76

**EFFECTO DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL SOBRE EL
CRECIMIENTO DE LATIZALES EN UN BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA
DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO.**

RESUMEN

La presente investigación tuvo el propósito contribuir al conocimiento de la dinámica del bosque tropical de montaña del sur del Ecuador a través de la evaluación del crecimiento y de la estructura poblacional de especies forestales en etapa juvenil con el fin de fortalecer las bases científicas para su manejo y conservación. El trabajo complementa una serie de estudios iniciados en el año 2003, donde se consideraron tres microcuencas, denominadas: Q2, Q3 y Q5. En el año 2004, se aplicó un tratamiento silvicultural con dos intensidades de intervención: fuerte y leve en las microcuencas Q5 y Q3 respectivamente, y la microcuenca Q2 constituyó el área testigo. La intervención consistió en eliminar individuos maduros de especies de poco interés comercial, mayores a 20 cm de DAP, que competían con especies forestales seleccionadas.

Se evaluó y comparó el estado actual de la regeneración natural para conocer la influencia del tratamiento silvicultural en el desarrollo de la misma. Además, se determinó el porcentaje de apertura de dosel mediante el uso del densiómetro esférico. La estructura y composición florística en las áreas intervenidas y el área testigo estuvo representada por la densidad, abundancia, frecuencia y dominancia de especies como: *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.), *Piper sp.*, *Hedyosmun scabrum* (Ruiz & Pav.), *Hyeronima moritziana* Pax & K. Hoffm, *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.), *Inga acreana* Harms, *Ruagea pubesens* H.Karst, *Clusia elliptica* Kunth, *Guarea pterorhachis* Harms, y *Psychotria sp.*

El área de intervención leve presentó mejor calidad de regeneración que el área testigo y el área de intervención fuerte, las cuales comparten un alto porcentaje de estado fitosanitario deficiente. Las áreas sometidas a intervención, presentaron doseles más abiertos que el área testigo, influyendo positivamente sobre la diversidad y crecimiento de las especies. El crecimiento en diámetro basal y altura no registraron diferencias significativas entre las áreas intervenidas y de referencia, siendo la media de incremento igual en ambos casos. Se determinaron correlaciones inversas entre el área basal extraída durante el tratamiento silvicultural y la diversidad de especies, comprobando que las perturbaciones naturales y antrópicas modifican la composición florística de este tipo de bosques, sin embargo, existieron asociaciones positivas entre la apertura del dosel arbóreo y el incremento de crecimiento.

Palabras clave: Bosque tropical de montaña, tratamiento silvicultural

SUMMARY

This research had the propose to contribute to the knowledge of the dynamics of the tropical mountain forest in the south of Ecuador through the assessment of growth and population structure of forest species in youthful stage in order to strengthen the scientific basis for its management and conservation. The work complements a series of studies initiated in 2003, where three micro-watersheds were considered denominates: Q2, Q3 and Q5. In the year 2004 a silvicultural treatment was applied to two intensities of intervention: strong and mild in micro watershed Q5 and Q3 respectively and the watershed area constituted the area witness. The intervention consisted on eliminating mature individuals of species of little commercial interest, bigger to 20 cm of DAP that competed with selected forest species. It was evaluated and compared the current state of the natural regeneration to know the influence of the silvicultural treatment in the development of the same one. Also, the percentage of canopy opening was determined by using the spherical densiometer. The structure and floristic composition in the intervention areas and the witness area was represented by the density, abundance, frequency and dominance of species. *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.), *Piper* sp., *Hedyosmun scabrum* (Ruiz & Pav.) *Hyeronima moritziana* Pax & K. Hoffm, *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.), *Inga acreana* Harms, *Ruagea pubesens* H.Karst, *Clusia elliptica* Kunth, *Guarea pterorhachis* Harms, and *Psychotria* sp. The area of mild intervention presents better quality regeneration that the area witness and the area of strong intervention, which share a high percentage of deficient phytosanitary status. The subjected areas to intervention, presented more open canopies that the area witness, positively influencing about the diversity and growth of the species. The growth in basal diameter and height didn't register significant differences between the managed areas and of reference, being the increase equal in both cases. Inverse correlations were determined between the basal area removed during the silvicultural treatment and the diversity of species, ensuring that the natural and anthropogenic disturbances modify the floristic composition of these forests. However, there were positive associations between the opening of the arboreal canopy and the increment of growth.

Keywords: tropical mountain forest, silvicultural treatment

1. INTRODUCCIÓN

Los Bosques Tropicales Montanos (BTM), mantienen pródigamente la designación de ecosistemas antiguos, diversos y ecológicamente complejos (Hostettler 2002; Meli 2003; DFG 2004; Bussmann 2004; Martínez 2006; Cayuela 2006; Guariguata *et al.* 2009; FAO 2011). Constituyen una fuente importante de productos forestales y un hábitat vital para numerosas especies endémicas (Hostettler 2002; DFG 2004; Bussmann 2004; Garavito *et al.* 2013), en este sentido los BTM han sido continuamente reconocidos y sujetos a cuantiosas investigaciones de carácter científico (Hostettler 2002; Cayuela 2006; Guariguata *et al.* 2009).

No obstante, la rápida decadencia de estos bosques es evidente desde hace veinte años (FAO 2011). Particularmente en el Ecuador, la explotación forestal representa aproximadamente 77 647 ha/año (Ministerio del Ambiente 2012), siendo la tasa de deforestación más alta en Sudamérica, con un aporte cercano del 1% al Producto Interno Bruto “PBI” (Viteri 2010); tal efecto compromete la sostenibilidad del recurso a través del tiempo (Louman y Stoian 2002; Jaramillo y Muñoz 2009).

La dinámica de crecimiento, es un componente importante del nicho de regeneración de las plantas, (Valladares *et al.* 2004; Artavia *et al.* 2004; Galván *et al.* 2003; Valladares *et al.* 2004). Sin embargo, la información sobre este factor y su gran heterogeneidad espacial y temporal, es insuficiente (Valladares *et al.* 2004; Galván *et al.* 2003; Guariguata *et al.* 2009). Al respecto Galván *et al.* (2003); Valladares *et al.* (2004) y Guariguata *et al.* (2009), destacan la necesidad de ampliar los sitios de muestreo y períodos de medición de la estructura y función de BTM. (Melo y Vargas 2001; Meli 2003).

En el sur del Ecuador existen remanentes importantes de BTM, sujetos en la actualidad a criterios infundados de uso y planificación divergentes a una percepción sustentable (Bussmann 2003; Cabrera *et al.* 2006 Jaramillo y Muñoz 2009; Calva *et al.* 2007). Esta situación ha sido premisa de propuestas de manejo compatibles al potencial aprovechamiento de las especies (Cabrera *et al.* 2006).

Desde la perspectiva silvicultural, los cambios de ambiente lumínico derivados de un tratamiento de liberación (raleo selectivo), puede estimular el crecimiento y la regeneración natural de especies

maderables (Sáenz *et al.* 1999; Mostacedo y Fredericksen 2001; Galván *et al.* 2003; DFG 2004; Bussmann 2004; Cabrera *et al.* 2006).

En este sentido, y conocedores de la importancia de este tipo de ecosistemas, se han implementado una serie de investigaciones enfocadas en comprender la dinámica de los ecosistemas de montaña, por ello la Fundación Alemana para la Investigación “DFG” en el margen del proyecto “Funcionalidad en un bosque húmedo tropical de montaña del sur del Ecuador: diversidad, procesos dinámicos y uso potencial desde una visión ecosistémica”, viene monitoreando desde el año 2003, los efectos de la aplicación de tratamientos silviculturales en la regeneración natural de especies de interés ecológico y económico, para lo cual se efectuó en el año 2004 un tratamiento de liberación bajo diferentes intensidades de aprovechamiento para estimular el crecimiento de especie como: *Tabebuia chrysantha*, *Cedrela montana*, *Inga acreana*, *Hyeronima asperifolia*, *Hyeronima moritziana*, *Podocarpus oleifolius*, *Nectandra membranacea*, *Clusia elliptica* y *Ficus citrifolia*. Las parcelas permanentes que se han instalado han permitido evaluar variables de crecimiento tanto en diámetro como en altura, en las cuales se han venido evaluando y comparando los diversos estados de regeneración natural.

El presente documento, presenta los resultados de la investigación realizada en la Estación Científica San Francisco, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe al sur del Ecuador, en donde se evaluó la estructura, composición florística y dinámica de crecimiento de latizales en un Bosque Tropical de Montaña (BTM). Los objetivos específicos planteados en la presente investigación fueron:

- Caracterizar la estructura y composición florística de latizales en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco.
- Evaluar el efecto de la aplicación de un tratamiento silvicultural sobre crecimiento de los latizales en un bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA

Los bosques tropicales montanos, alojan un complejo de formas biológicas fisonómicamente diferenciadas, dominadas por árboles de entre 10 y 35 m de altura y un sotobosque con abundancia de líquenes, musgos y plantas herbáceas (Garavito *et al.* 2013). Cubren más de 9 millones de kilómetros cuadrados de la superficie de la Tierra, representando un notable 23 por ciento de la cubierta forestal del Planeta, distribuidos en 736 sitios en 59 países (Hostettler 2002). Sin embargo su biodiversidad es de la menos conocida de toda la región tropical, aunque se reconoce la amplia gama de servicios ambientales que prestan, incluyendo la regulación del clima regional y la captura y almacenamiento de carbono. (Martínez 2006; Guariguata *et al.* 2009; Garavito *et al.* 2013).

De acuerdo al sistema de zonas de vida de Holdridge, en Ecuador estos bosques se ubican a ambos lados de los Andes por debajo de los 600 m de altitud, donde existe una amplia variedad de bosques, entre los que se distinguen: formaciones de tierras bajas, húmedo tropical, caducifolio, bosque seco y formaciones de tierras altas (Hidalgo y Estrada 1999; Peña *et al.* 2005; Bussman 2005). La vegetación que caracteriza el bosque montano aparece generalmente a una altitud de 1200 a 1500 m.s.n.m. en las grandes montañas del interior, pero puede aparecer a una altitud mucho menor en regiones costeras (Garavito *et al.* 2013).

Más de 20000 especies de plantas son endémicas en estos ecosistemas y, aunque continúan los esfuerzos por cuantificarlas en cada país, muchos inventarios de diversidad vegetal están aún lejos de poder ser considerados como completos (Garavito *et al.* 2013). En el sur del Ecuador existen remanentes importantes de bosques montanos que poseen especies valiosas como *Tabebuia chrysantha* y *Cedrela* sp., sin embargo, escasos individuos alcanzan diámetros comercialmente aceptables (Cabrera *et al.* 2006). Desde el año 2001 hasta 2009, se habría deforestado aproximadamente 1'782 832 ha a nivel nacional; de las cuales el 91 % pertenecen a bosques húmedos, con tasas de pérdidas anuales de bosque del 1.89% (Garavito *et al.* 2013).

La identificación y evaluación del estado de conservación y amenaza de las especies de árboles de los bosques montanos en los Andes tropicales es una tarea que no se ha realizado a nivel regional, aunque en algunos países se han realizado esfuerzos para evaluar las especies a nivel nacional

mediante el uso de las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN¹. Esta iniciativa incluyendo las acciones para promover la creación de áreas de protección, restauración forestal y manejo forestal sostenible (Garavito *et al.* 2013), constituyen una sólida base para el desarrollo y enfoque de políticas y respuestas de manejo dirigidas a la reducción de la deforestación y la pérdida de especies en estos bosques.

2.2 REGENERACIÓN NATURAL

Ante el acelerado deterioro de la selva tropical, se reconoce el proceso de regeneración natural como una alternativa para recuperarla (Sánchez *et al.* 2011). La regeneración natural se entiende como un conjunto de procesos ecológicos cíclicos, cuyo éxito o inhibición depende de factores bióticos y abióticos específicos (López *et al.* 2013); es el conjunto de individuos que se establecen después de un proceso de dispersión, crecen, compiten y sobreviven hasta convertirse en árboles fisiológicamente funcionales (Melo y Vargas 2001).

La regeneración le permite a las especies permanecer a través del tiempo dentro de un bosque en particular, igualmente, la nueva población establecida permite a las especies extender su rango dentro de nuevos hábitats, donde la muerte y la caída de los grandes árboles del dosel, rigen su distribución (Melo y Vargas 2001). Este proceso es de gran importancia para el entendimiento de los bosques tropicales y la generación de estrategias de manejo a largo plazo para optimizar su producción (Melo y Vargas 2001; García *et al.* 2007). La regeneración natural de las poblaciones de árboles es fundamental para el mantenimiento a largo plazo de las comunidades boscosas (López *et al.* 2013).

Utilizando la regeneración natural se da un mejor aprovechamiento de la producción ofrecida gratuitamente por el ecosistema. Sin embargo, no siempre se puede contar con bosques ricos en especies comerciales. En muchos casos la extracción selectiva de estas especies deja como resultado un bosque empobrecido, bajo estas condiciones se hace necesario enriquecer el bosque introduciendo, a través de plantaciones, especies de alto valor comercial. Aún en este caso sería indispensable considerar especies que forman parte de la composición natural de la masa forestal (Beek y Sáenz 1992).

¹ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Cuadro 1. Descripción de las ventajas y desventajas de la regeneración natural.

Factor	Ventajas	Desventajas
Calidad de los árboles.	Árboles genéticamente adaptados a las condiciones del sitio.	Si los árboles semilleros son de mala calidad, igual lo será la regeneración de los mismos, no hay posibilidad de modificar la composición florística.
Establecimiento de la regeneración.	No hay costos de vivero o de plantación.	Gran número de plantas y de especies: costos elevados para el mantenimiento de la regeneración (limpieza, raleos).
Duración del tiempo de regeneración.	Posibilidad de elegir una duración de tiempo.	Se necesita una planificación adecuada para la regeneración.

Fuente: Beek y Sáenz (1992)

Estudios realizados han demostrado que el proceso de regeneración natural mejora cuando los individuos reciben mejor iluminación por disturbios naturales o antropogénicos. Sin embargo la luminosidad es un factor de mayor influencia para los individuos más jóvenes y pequeños, sin ser este factor el único, ni tampoco el limitante o determinante para que la regeneración natural desarrolle con gran éxito (García *et al.* 2007; Quevedo *et al.* 2008; Ayma y Padilla 2009; Pinto *et al.* 2011; Acosta *et al.* sf.; Brancalion *et al.* 2012; Canales *et al.* 2013; López *et al.* 2013).

2.2.1 Crecimiento de los Bosques

El estudio del crecimiento de los árboles tropicales es un tema de gran importancia en el campo de la silvicultura (Del valle 1997). El crecimiento de los árboles puede ser medido a través de la magnitud de cualquier característica mensurable, como el diámetro, el área basimétrica, altura, volumen, peso, biomasa entre otros. El crecimiento, se refleja en el aumento de los tejidos (floema, xilema, tallo parénquima) en los árboles a través del tiempo, en el cual se produce la suma de la división celular, elongamiento del meristema primario y engrosamiento de las células del meristema secundario. En consecuencia se puede definir el crecimiento de los árboles como el resultado de la modificación conjugada de diversas variables dendroméricas como el diámetro, altura, área bisimétrica, forma del tronco y volumen (Imaña y Encinas 2008).

2.2.2 Etapa de crecimiento latizal

Esta etapa de crecimiento se refiere al árbol que puede ser cortado para la finalidad previamente definida en el respectivo plan de ordenación, vale decir que son individuos que llevan las características mínimas para el aprovechamiento maderero. Estos individuos arbóreos, luego de

determinados tratamientos silviculturales pueden obtener dimensiones mayores, tornándose por lo tanto económicamente más rentables (Imaña y Encinas 2008).

Según Pinto *et al.* (2011) los latizales presentan en estado de regeneración natural las siguientes dimensiones:

- Latizal bajo: 1.50 m de alto – 4.9 cm DAP
- Latizal alto: 5 m de alto – 10 cm DAP

La calidad de la regeneración natural de latizales, contempla el estado fitosanitario, el estado de la copa y el tronco, lo mismo que el color del follaje (Melo y Vargas 2003), y la disponibilidad de la luz que afecta no solo el establecimiento de individuos sino también la sobrevivencia y el crecimiento de latizales (Pinto *et al.* 2011).

2.2.3 Influencia de la luz en el crecimiento de las plantas

La cantidad, calidad y duración de luz, afectan el crecimiento vegetal (Casierra *et al.* 2012). Las plantas poseen mecanismos fotoselectivos para capturar la energía lumínica, necesaria para la fotosíntesis, por lo tanto los cambios en la calidad de la luz afectan considerablemente parámetros anatómicos, fisiológicos, morfológicos y bioquímicos (Palacios 2005; Valladares 2006; Gudiño 2007; Casierra *et al.* 2012; Pacheco 2013).

El grado de tolerancia a la sombra o demanda de luz de las especies es importante en el manejo de la regeneración natural de las especies arbóreas y consecuentemente en la producción comercial (Hayashida *et al.* 2001; Somarriba 2002; Rivera; 2005), en razón que algunas especies requieren espacios abiertos y soleados para su germinación, en tanto que las plántulas de otras especies requieren una sombra parcial (Pacheco 2013).

Las condiciones de luz pueden variar drásticamente durante la vida de un árbol, ya que el bosque es un sistema dinámico que se encuentra en constante cambio de estructura y composición; y por lo tanto la cantidad de luz en un punto dado puede cambiar dramáticamente incidiendo en el crecimiento y muerte de las plantas (Palacios 2005; Rivera *et al.* 2005).

El crecimiento de las plantas en los claros es más importante en altura que en diámetro del tallo, para prevenir que las plantas vecinas las sobrepasen. Pero esto se da generalmente en especies pioneras (heliófitas) que demandan mayores cantidades de iluminación para desarrollarse, en las secundarias (esciófitas) estas pueden permanecer postergadas por más tiempo, por ello invierten sus recursos en hojas más que en altura del fuste (Palacios 2005).

La información relativa a la luz que llega al sotobosque, sus causas y consecuencias, puede emplearse en la gestión de los ecosistemas forestales y realizar una explotación sostenible y armónica con los múltiples valores que la sociedad confiere a los bosques (Valladares 2006).

2.3 INTERVENCIONES SILVICULTURALES

Los tratamientos silviculturales están dirigidos especialmente a garantizar el desarrollo de la regeneración natural de un bosque, mediante la conversión de pequeños brinzales en latizales, que se convierten en árboles maduros de buena calidad (Nalvarte y Lombardi 1995; Mostacedo y Fredericksen 2001). La falta de regeneración puede tener muchas causas, como la producción irregular de semillas, herbivoría en individuos jóvenes, bajas tasas de germinación o falta de suficiente luz (Mostacedo y Fredericksen 2001).

En este sentido, la silvicultura es una ciencia que puede ayudar a solucionar dichos problemas mediante el manejo de los bosques y la aplicación de ciertos tratamientos que permitan un desarrollo acelerado de las plantas (Mostacedo y Frederich 2001; Vita *et al. sf.*). Desde el punto de vista forestal, los tratamientos silviculturales pueden ser importantes a mediano y largo plazo en el incremento de volumen de especies maderables de interés comercial, sin embargo su aplicación es recomendable siempre y cuando dichos tratamientos sean viables financieramente (Acosta *et al. sf.*).

Para cumplir con los objetivos de reposición vegetal y aumento de la productividad, los silvicultores realizan los tratamientos de liberación que favorecen el establecimiento de nueva regeneración aumentando la iluminación que reciben los árboles manipulados, con la idea común que el crecimiento del árbol depende de la cantidad de luz que recibe su copa, esta hipótesis requiere implicaciones técnicas, ecológicas y financieras en los tratamientos silviculturales que tratan de mejorar las condiciones de los árboles para futuras cosechas (Galván *et al.* 2003).

Por ejemplo, en Costa Rica se propone aumentar el crecimiento de árboles comerciales por medio de la eliminación de individuos competidores alrededor del árbol de futura cosecha, de manera que aumente la disponibilidad de iluminación al mismo y, por ende, su crecimiento (Galván *et al.* 2003). Similares resultados obtuvieron (Acosta *et al.* *sf.*) al determinar que los tratamientos silviculturales, que mejoran la iluminación de latizales, benefician su crecimiento y supervivencia.

Los cambios en microambientes lumínicos son especialmente importantes para entender la estructura y dinámica de la comunidad arbórea, ya que determinan condiciones favorables para la regeneración natural de las especies (Sáenz *et al.* 1999). Sin embargo, el efecto de apertura de dosel es diferenciado en el establecimiento de las especies arbóreas según el gremio ecológico a las cuales pertenecen, es decir: especies poco tolerantes a la sombra (heliófitas) y las tolerantes a la sombra (esciófitas) (Ayma y Padilla 2009).

Para los silvicultores la tarea es integrada, por cuanto deben adoptar acciones que sólo podrán evaluarse en 20 o más años, otro punto de vista es que la calidad continuará siendo fundamental en el futuro y el esfuerzo desplegado en alcanzar madera aserrada sin desperfectos será un producto que los mercados recompensen con un mayor precio (Acuña y Drake 2003). En el manejo silvícola se reúne una serie de componentes que interactúan para generar los productos deseados al momento de la cosecha, y que en último término determinan el éxito económico de la actividad forestal (Peña *et al.* 2005; Vita *et al.* *sf.*).

2.4 MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Según Aparicio (2009), el Manejo Forestal Sostenible (MFS) es la formulación e implementación de planes que permiten controlar y regular el aprovechamiento y uso sostenible del recurso forestal, por medio de medidas silviculturales y de protección que se aplican a varias intensidades con el objetivo de mantener o aumentar el valor social ecológico y económico a través del tiempo.

La protección de los bosques tropicales no sólo depende de los agricultores y ganaderos, sino de los esfuerzos gubernamentales para difundir e implicar programas de manejo, así como el dar incentivos para la reforestación con especies nativas (Bussman 2005). Esta preocupación radica en la enorme riqueza florística que encierran y en la deforestación que afecta su permanencia (Palacio y Jaramillo *sf.*). Aunque el MFS incluye ciertamente más que la tala selectiva de madera,

hasta ahora la incorporación explícita de otros bienes que ofrece el bosque, ha tenido escasa aplicación práctica por parte de investigadores y gestores del bosque (Guariguata *et al.* 2009).

Una de las debilidades identificadas en el sector forestal ecuatoriano es la falta de información confiable que posibilite el conocimiento de la producción forestal y el manejo sustentable (Meza 2001).

Un aspecto fundamental del manejo forestal sostenible, es el mantenimiento de la regeneración natural en los bosques aprovechados. A corto y largo plazo, el aprovechamiento forestal tiene varias consecuencias, sobre la regeneración natural de las especies forestales (Gómez 2011); ninguna actividad de aprovechamiento y manejo forestal debe iniciarse sin conocer antes la estructura, el dinamismo y la regeneración natural de un bosque. Los estudios encaminados a conocer estos parámetros ecológicos han de proveer la información básica para en el futuro planificar el uso y el manejo sustentable del bosque (Cabrera *et al.* 2006).

2.5 PARÁMETROS ECOLÓGICOS

2.5.1 Altura

Esta variable, produce la modificación más notoria del crecimiento, especialmente en la edad más juvenil en que es fácil observar la rapidez de la modificación en periodos cortos de tiempo (Imaña y Encinas 2008).

Según Melo y Vargas (2001) la altura es una variable directa que junto con el diámetro normal, permite realizar modelaciones silviculturales importantes. No obstante, su obtención en el campo es compleja, por lo cual se recurre en muchas ocasiones a estimaciones. La altura es una variable que se utiliza para la determinación del volumen, estudios de crecimiento y construcción de perfiles de vegetación.

Para la medición de las alturas, se utilizan instrumentos que se basan en principios tanto geométricos como trigonométricos y se denominan hipsómetros, puesto que a diferencia de los altímetros, tienen para cada toma un nivel de referencia.

2.5.2 Área basal

Según Ugalde (1981) se entiende como el área de cualquier sección transversal del fuste de un árbol. Mientras no se especifique otra cosa, el área basal, conocida como A.B. es el área de la sección horizontal de un árbol que se encuentre a 1.30 metros del suelo. El crecimiento en área bisimétrica es evaluado en función de la medición del diámetro. Un crecimiento constante por año de área basimétrica significa que el crecimiento en diámetro viene disminuyendo (Imaña y Encinas 2008).

2.5.3 Diámetro Normal

Según Melo y Vargas (2001) el grosor de un árbol tiene como base un diámetro de referencia localizado a 1.30 m de altura sobre la parte del fuste más cercana al suelo. Se hacía referencia a él con la sigla DAP, pero la IUFRO², recomienda nombrarlo como diámetro normal (d). Los 1.30 m de altura para su ubicación, parece ser un promedio de los criterios usados en otros países: Estados Unidos 1.37 m, en Gran Bretaña y otros países de Europa 1.29 m y Japón 1.25 m.

Una vez delimitadas las unidades de monitoreo, éstas se pueden registrar utilizando cualquiera de los siguientes instrumentos: cinta diamétrica, cinta métrica, forcípula, el prisma, el pentaprisma y el relascopio.

El crecimiento en diámetro no es igual a lo largo del árbol. Para evaluarlo se emplea generalmente la variable DAP al inicio y al final del periodo requerido. Los árboles adultos de las zonas tropicales, generalmente presentan índices de crecimiento en diámetro bastante bajos, entre 1 y 2 mm por año (Imaña y Encinas 2008).

2.5.4 Estado fitosanitario

Involucra la determinación de los principales factores de daño biótico que están afectando a la arboleda. En las recomendaciones de manejo forestal se da particular atención a este aspecto mediante el registro de cualquier tipo de enfermedad y plaga visible en el árbol. La importancia de las plagas y de su repercusión negativa en los bosques a menudo es subestimada. Los insectos y las

² Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal

enfermedades pueden tener efectos negativos sobre el crecimiento y la supervivencia de los árboles, el rendimiento y la calidad de la madera y de los productos no madereros (Áreas y González 2008).

2.6 INVESTIGACIONES REALIZADAS

Las investigaciones referentes al impacto que generan las intervenciones silviculturales en el crecimiento de los bosques, mantienen el objetivo común de evaluar la incidencia de diversos factores ecológicos en el desarrollo de especies forestales de interés económico y científico. Por ejemplo: los ensayos de Fassola *et al.* (2002) determinaron diferencias en el crecimiento en área basal de *Pinus taeda* a causa de los tratamientos aplicados, como también su efecto sobre el incremento en diámetro, en altura y en tamaño de árboles dominantes.

Resultados similares tuvieron los estudios de Sáenz *et al.* (1999); Ayma y Padilla (2009); Del Valle (1997); Canales *et al.* (2013); García *et al.* (2007); Gómez (2011); López *et al.* (2013); Quevedo *et al.* (2008); Ramos (2007); Rebottaro y Cabrelli (2011); Sánchez *et al.* (2011), en los cuales se analizó la dinámica de crecimiento en áreas intervenidas de bosques tropicales, sobre todo en aquellas de interés comercial. Generalmente los métodos de estas investigaciones consideran los siguientes aspectos:

- Instalación de parcelas especializadas permanentes.
- Caracterización de estructura y composición florística.
- Monitoreo de densidad y cobertura de los árboles.
- Determinación de influencia de los claros de dosel en especies heliófilas y esciófitas.

2.6.1 Investigaciones realizadas en la Estación Científica San Francisco.

La Fundación Alemana para la Investigación en el marco del proyecto: “Contribuciones silviculturales para el manejo forestal sostenible de los ecosistemas de montaña en la región sur del Ecuador” ejecutó en el año 2004 un tratamiento silvicultural de liberación.

Las áreas intervenidas han sido el escenario de investigaciones orientadas al monitoreo de la dinámica de crecimiento en especies de interés comercial y ecológico, por ejemplo: Cartuche y Salas (2005); Jaramillo y Muñoz (2009); Jiménez y Becerra (2011); Chalco y Paccha (2012), han evaluado el estado de regeneración natural, comparando las variables de: altura, longitud, diámetro,

sobrevivencia, densidad, abundancia, estado fitosanitario, intensidad lumínica y grado de cobertura vegetal.

Los resultados de estas investigaciones muestran diferencias estadísticas poco significativas en el crecimiento de las variables de altura y diámetro en las áreas sometidas a diferentes niveles de intervención. Sin embargo según Jiménez y Becerra (2011) especies tales como: *Clusia ducuoides*, *Hyeronima asperifolia* y *Tabebuia chrysantha*, han sido mayormente favorecidas por los considerables niveles de luminosidad que especies como: *Nectandra membranacea*, *Hyeronima moritziana* y *Ficus citrifolia*.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación y extensión

El área de investigación se encuentra ubicada en el sur del Ecuador, en la provincia de Zamora Chinchipe, en la Estación Científica San Francisco (ECSF), (03° 58' 18" S - 79° 04' 44" O) a 30 kilómetros de la ciudad de Loja (Cabrera *et al.* 2006), comprende un área aproximada de 1000 hectáreas, con un rango altitudinal que varía entre 1800 a 3200 m.s.n.m.

La topografía es escarpada con pendientes entre 40-60°, llegando con frecuencia a 90°. Los bosques son accesibles por cuatro senderos (Busman 2005).

La ECSF limita al norte con el río San Francisco, al sureste con el Parque Nacional Podocarpus (PNP), al oeste con el PNP en la quebrada del Consuelo y la quebrada de San Ramón (Jaramillo y Muñoz 2009; Jiménez y Becerra 2011).

El área de investigación comprende parcelas permanentes distribuidas en tres microcuencas como se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción del área de las microcuencas en estudio.

Microcuenca	Área (Ha)		Descripción de parcelas					
	Total	Estudio	Estudio de Fustales		Estudio de Latizales		Estudio de Brinzales	
			# /parcela	Área/parcela (m ²)	# /parcela	Área/parcela (m ²)	# /parcela	Área/parcela (m ²)
Q5	473	4	16	2500	16	144	80	20
Q3	188.6	4	16	2500	16	144	80	20
Q2	115.6	5	20	2500	19	144	95	20
TOTAL	777.2	13	51		51		255	

El presente trabajo de desarrolló en las parcelas de estudio para individuos de entre 5 y 20 cm de DAP (parcelas de regeneración natural de 12 m² cada una).

La figura 1 muestra la posición del área de estudio dentro de la ECSF.

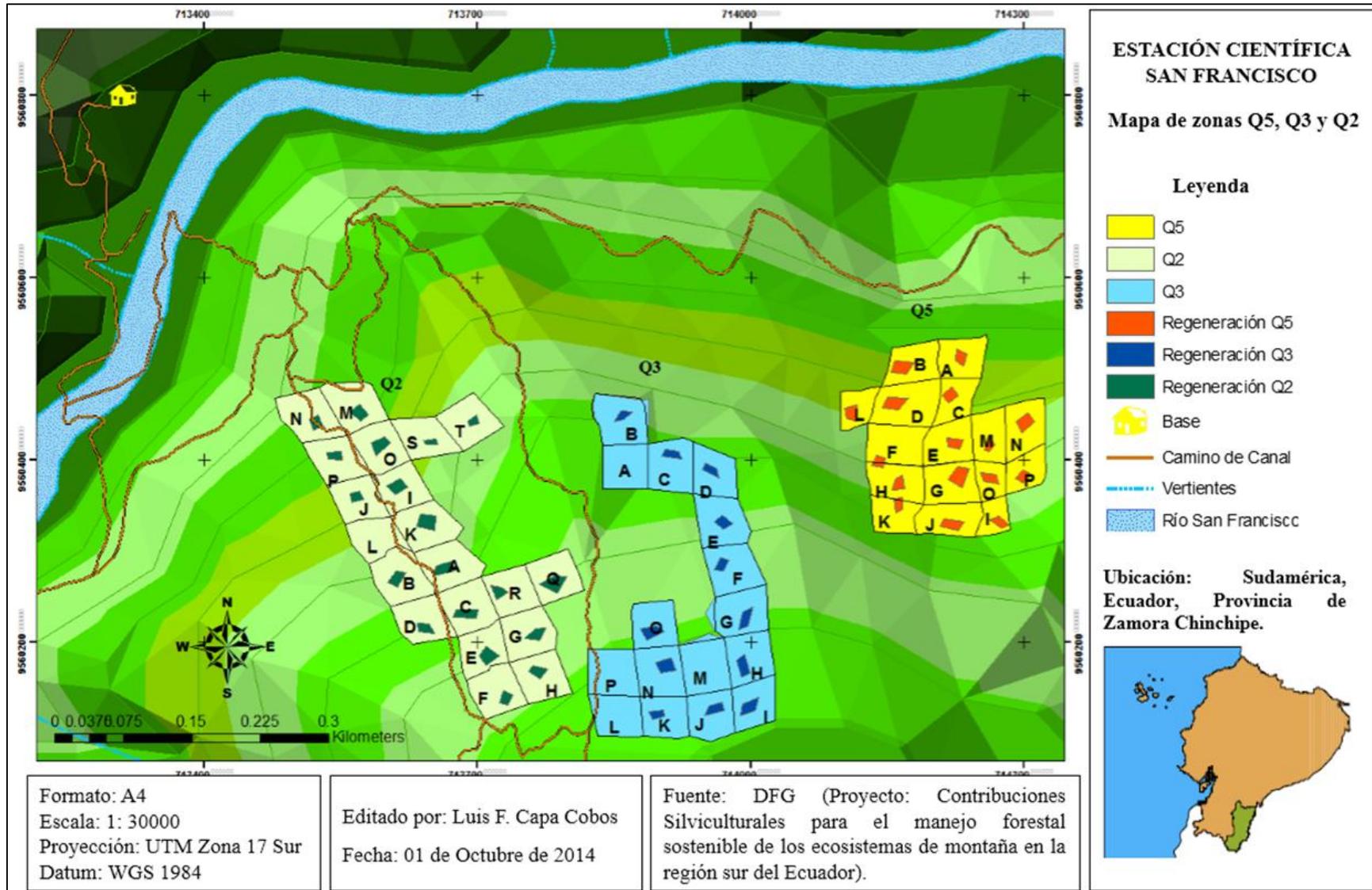


Figura 1. Mapa Base del área de estudio en la Estación Científica San Francisco

3.1.2 Zona de vida y características climáticas

El área de estudio pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo premontano (bmh-PM). La precipitación anual sobrepasa los 2500 mm y posee una temperatura que fluctúa de 12°C a 18°C. El régimen pluviométrico corresponde al tipo amazónico, con lluvias en todo el año casi uniformemente distribuidas, los meses más lluviosos son de marzo a agosto y los menos lluviosos son de octubre a diciembre (Jaramillo y Muñoz 2009).

3.1.3 Composición florística en el área de estudio

Según Cartuche y Salas (2002) las microcuencas Q2, Q3 y Q5 presentan las siguientes características en cuanto a su diversidad y composición florística:

3.1.3.1 Microcuenca Q5

Presenta 76 especies entre 5 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*, *Ruarea* y *Trichilia*.

3.1.3.2 Microcuenca Q3

Registra 82 especies entre 5 y 20 cm de DAP, distribuidas en 46 géneros y 28 familias. Las familias más representativas son: LAURACEAE con los géneros *Aniba*, *Cinnamomun*, *Endlicheria*, *Nectandra*, *Ocotea* y *Persea*; MELASTOMATACEAE con los géneros *Miconia*, *Meriania* y *Graffenrieda*; MELIACEAE con los géneros *Guarea*, *Ruarea* y *Trichilia*; MYRTACEAE con los géneros *Calyptantes*, *Eugenia* y *Myrcia*; RUBIACEAE con los géneros *Palicourea* y *Stilpnophyllum*; MORACEAE con los géneros *Ficus* y *Naucleopsis*; EUPHORBIACEAE con los géneros *Alchornea* e *Hyeronima*; CLUSIACEAE con los géneros *Clusia* y *Tovomita*; MIMOSACEAE con los géneros *Abarema* e *Inga*.

3.1.3.3 Microcuenca Q2

Presenta 79 especies entre 5 y 20 cm de DAP, distribuidas en 57 géneros y 33 familias. Las familias más representativas son: RUBIACEAE con los géneros *Elaeagia*, *Isertia*, *Palicourea*,

Psychotria y *Stilpnophyllum*; MORACEAE con los géneros *Ficus*, *Morus*, *Naucleopsis* y *Pseudolmedia*; ANNONACEAE con los géneros *Annona*, *Guateria* y *Rollinea*; CLUSIACEAE con los géneros *Clusia*, *Garcinia* y *Symphonia*; EUPHORBIACEAE con los géneros *Alchornea*, *Hyeronima* y *Sapium*; MELIACEAE con los géneros *Cedrela*, *Guarea*, *Ruagea* y *Trichilia*; LAURACEAE con los géneros *Nectandra* y *Persea*; MELASTOMATAACEAE con los géneros *Miconia* y *Graffenrieda*; MYRTACEAE con los géneros *Eugenia* y *Myrcia*; PIPERACEAE con los géneros *Peperomia* y *Piper*; SAPINDACEAE con los géneros *Allophylus* y *Matayba*; ASTERACEAE con los géneros *Critoniopsis* y *Piptocoma*; LECYTHIDACEAE con los géneros *Eschweleira* y *Rhodostemonodaphne*.

3.1.4 Tratamiento silvicultural aplicado

El ensayo principal, en el que se inserta esta investigación, forma parte del “Programa de investigación y funcionalidad de un bosque tropical de montaña: biodiversidad, flujo de nutrientes y potencialidades de uso”, financiado por la Fundación Alemana para la Investigación (DFG) y la Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT). En el mismo participaron aproximadamente 13 universidades alemanas con el propósito de comprender la dinámica de los bosques tropicales en temáticas como suelo, clima, epifitas, entre otras (Jaramillo y Muñoz 2009).

El estudio inició en el año 2003, y se consideraron tres microcuencas, denominadas: Q2, Q3 y Q5. En las microcuencas Q5 y Q3, se aplicó un tratamiento silvicultural fuerte y leve respectivamente, que consistió en eliminar individuos maduros de especies de poco interés comercial, árboles mayores a 20 cm de DAP, que competían con especies forestales valiosas seleccionadas: *Cedrela montana*, *Tabebuia crhysantha*, *Podocarpus oleifolius*, *Hyeronima asperifolia*, *Hyeronima moritziana*, *Ficus subandina*, *Inga acreana*, *Clusia ducuides* y *Nectandra membranacea*. Mientras que Q2 representó el área testigo.

En la figura 2, se presenta la distribución de las intensidades del tratamiento silvicultural en las tres microcuencas.

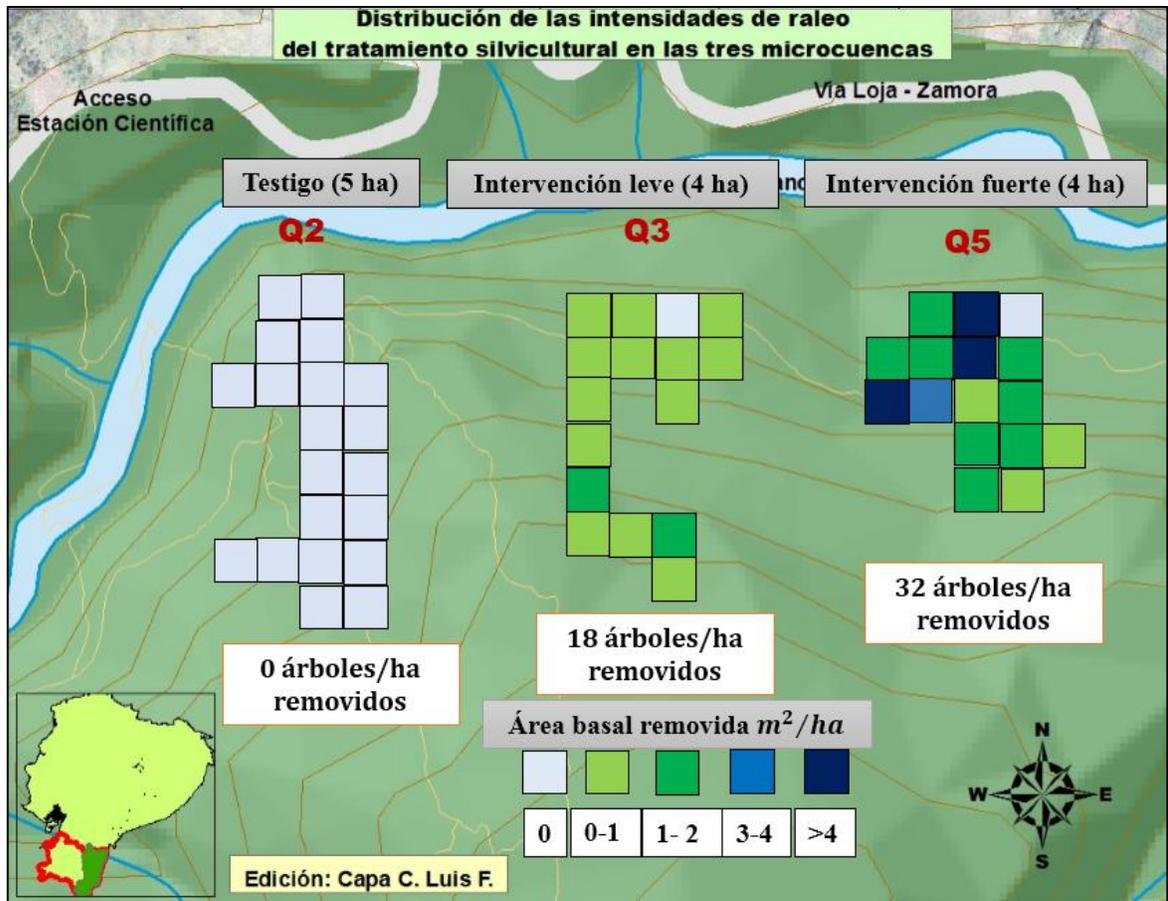


Figura 2. Intensidades de raleo del tratamiento silvicultural en los tres bloques. Cada cuadro representa las parcelas de 50 x 50 m. Las áreas más oscuras en la figura indican la mayor cantidad de área basal removida en el experimento.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LATIZALES EN EL BOSQUE TROPICAL DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO

Para caracterizar la estructura y composición florística de la latizales se desarrollaron las siguientes actividades:

3.2.1.1 Levantamiento de información en el área de estudio

Se registró el estado actual de latizales (individuos de entre 5 y 20 cm de DAP) en las parcelas de regeneración natural de 144m², de cada bloque (Q5, Q3 y Q2) a través de la medición de las siguientes variables:

Cuadro 3. Descripción de las variables levantadas en el área de estudio.

Variable	Descripción	Técnica de medición
Circunferencia a la altura del pecho "CAP"	Magnitud base para la determinación del diámetro "DAP".	Cinta métrica.
Altura comercial	Distancia entre el nivel del suelo y la posición terminal de la última porción utilizable del árbol.	Hipsómetro
Altura total	Distancia vertical entre el suelo y la cima de un árbol.	Hipsómetro
Estado fitosanitario	Principales factores de daño biótico que están afectando a la arboleda.	Porcentaje de afecciones sobre el área foliar.
Apertura de dosel	Región de las copas y regiones superiores de los árboles de un bosque.	Densiómetro hemisférico de copa.

Cabe destacar que los individuos en estudio tuvieron su respectiva placa de identificación y la respectiva marca en la circunferencia del fuste realizada en anteriores monitoreos, no obstante, los individuos fueron nuevamente señalados e identificados con los mismos códigos.



Figura 3. Mediciones en campo. A: Uso del Hipsómetro para la estimación de altura. B: Medición del CAP.

3.2.1.2 Determinación de parámetros ecológicos

Después de haber sistematizado la información obtenida en campo se procedió a determinar la estructura y composición florística de los latizales a través de la determinación de los siguientes parámetros ecológicos:

➤ **Densidad**

Según Aguirre (1999) la densidad está dada por el número de individuos de una o todas las especies por unidad de superficie. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$Densidad (D) = \frac{Nro. total de individuos de una especie o por todas las especies}{Total \text{ \textit{área} muestreada}}$$

➤ **Dominancia**

Según Aguirre (1999) se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. Se calculó usando las siguientes ecuaciones:

$$\textit{Área basal} (G) = 0,7854 * DAP^2$$

$$Dominancia (Dm) = \frac{\textit{Área basal de la especie}}{\textit{Área basal de todas las especies}} * 100$$

➤ **Frecuencia**

Según Moreno (2001) la frecuencia relativa se refiere al porcentaje de la suma de las especies presentes en cada unidad de muestreo respecto a la sumatoria de la presencia de todas las especies de la misma comunidad o parcela. Se calculó mediante la fórmula:

$$Fr = (Fi/\Sigma F) * 100$$

Donde:

Fr = Frecuencia relativa de la especie i.

Fi = Número de ocurrencia de la especie i por ha.

ΣF = Sumatoria total de ocurrencias en la parcela.

➤ **Abundancia**

Según Moreno (2001) la abundancia se define como el número de individuos de una especie a nivel de nombre científico. Cuando este valor está relacionado a la unidad de muestreo, también proporciona una estimación de la densidad. Para determinar este parámetro se aplicó la ecuación siguiente:

$$Ar = (Ai/\Sigma A) * 100$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa de la especie i.

Ai = Número de individuos por hectárea de la especie i.

ΣA = Sumatoria total de individuos de todas las especies en la parcela.

3.2.1.3 Determinación de la riqueza y composición florística

La caracterización de la composición florística y riqueza se realizó a través del Índice de Valor Importancia "IVI". El IVI se obtuvo de la siguiente manera:

$$IVI \text{ especie} = A\% + D\% + F\%$$

Donde:

A% = Abundancia relativa de la especie, calculada como $A/N \times 100$.

A = Número de individuos de la especie.

N = Número total de individuos.

D % = Dominancia relativa de la especie, calculada como D/G x 100.

D = Suma de áreas basales de todos los individuos de la especie.

G = Suma de áreas basales de todos los individuos.

F % = Frecuencia relativa de las especies, calculada como F/S x 100.

F = Número de subparcelas donde ocurre la especie/ número total de subparcelas.

S = Suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

Para el análisis de la riqueza y diversidad se registró el número de especies (riqueza) y la abundancia de especies, con estas variables se obtuvo los índices de diversidad. Para el cálculo se utilizó el Programa “EstimateS versión 9.1.0” A continuación se detalla las fórmulas empleadas:

➤ **SHANNON**, calculado de la siguiente manera:

$$Shannon: H = - \sum (ni/N) \log_2 (ni/N)$$

Donde:

H: promedio de incertidumbre por especie en una comunidad finita.

ni : número de individuos que corresponde a la i- ésima especie en la muestra.

N: número total de individuos en la muestra.

➤ **SIMPSON**, los valores se calcularon:

$$Simpson \alpha = \sum ni \frac{ni - 1}{N} (N - 1)$$

Donde:

α = La probabilidad de que dos individuos tomados al azar de determinada muestra pertenezca a la misma especie.

ni = número de individuos de la i-ésima especie.

N = Número total de individuos en la muestra.

➤ **ALPHA FISHER**, los valores se calcularon mediante el uso de la ecuación:

$$S = \alpha \ln(1 + N/\alpha)$$

Donde:

S: el número de especie en una comunidad finita.

N: número de individuos.

Ln: es el logaritmo natural.

α : es un parámetro (el índice mismo de diversidad).

➤ **COEFICIENTE DE SIMILITUD DE SORENSEN**, se usó la ecuación:

$$I = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A.

bN = número total de individuos en el sitio B.

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios (Moreno 2001).

En el cuadro 4, se detalla los rangos de significancia para el índice de similitud Sorensen.

Cuadro 4. Rangos del índice de similitud de Sorensen

Rangos	Significado
0 – 0,33	Disímiles o diferente florísticamente.
0,34 – 0,66	Medianamente disímiles florísticamente.
0,67 a 1	Similares florísticamente

Fuente: Aguirre y Yaguana 2011.

3.2.1.4 Análisis de la curva de rarefacción de especies

Con la finalidad de comparar el número de especies de cada unidad de muestreo, se elaboró una curva de rarefacción usando el programa “EstimateS versión 9.1.0” A continuación se detalla la ecuación utilizada:

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$$

Donde:

E(S) = número esperado de especies.

N = número total de individuos en la muestra.

N_i = número de individuos de la iésima especie.

N = tamaño de la muestra estandarizado.

3.2.1.5 Calidad de regeneración y determinación del estado fitosanitario

Según Jaramillo y Muñoz (2009) la calidad de la regeneración natural se determina de acuerdo al estado fitosanitario y características morfológicas de las plantas. Cada especie en forma independiente; es decir, se considera el número de individuos dentro de las diferentes categorías de estado fitosanitario y características morfológicas de las plantas. El estado fitosanitario se evalúa de acuerdo a la presencia de plagas o enfermedades que afecten a las plantas. En el cuadro 5, se indican las categorías para agrupar el estado fitosanitario de los individuos de regeneración natural:

Cuadro 5. Categorías para determinar el estado fitosanitario de las plantas de regeneración natural.

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 del tallo

Fuente: Jaramillo y Muñoz (2009).

3.2.1.6 Determinación de apertura del dosel

Para la determinación de la apertura de 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 divisiones cuadráticas. Para cumplir el método se realizó lo siguiente de acuerdo al protocolo descrito por Jaramillo y Muñoz (2009).

- Se ubicó 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 (figura 6).
- Se asumió cuatro puntos iguales por cada cuadrícula del densiómetro. Los cuadros descubiertos correspondieron a la apertura del dosel (figura 7).
- Se realizó cuatro lecturas por posición, en dirección al norte, sur, este y oeste (figura 8) Estos valores fueron registrados y promediados 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.



Figura 4. Estimación de apertura del dosel. A: Instalación del densiómetro hemisférico en los puntos de muestreo. B: Ubicación de densiómetro en las direcciones cardinales.

3.2.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DE UN BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO

3.2.2.1 Crecimiento periódico

Según Imaña y Encinas (2008), el crecimiento periódico corresponde a lo que el árbol creció en promedio en un determinado periodo de años, por ejemplo, lo que el árbol creció en 5, 10 o 15 años. El cálculo se lo realizó considerando los valores del inicio y al final del periodo de evaluación y el número de años, como se detalla en la siguiente fórmula:

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

Donde:

IPA = incremento periódico anual

Y = dimensión de la variable considerada

t = edad

n = periodo de tiempo

3.2.2.2 Relación entre el tratamiento silvicultural y el crecimiento de latizales

Para determinar la relación entre el tratamiento silvicultural evaluado y el crecimiento de los latizales se procedió a validar los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianza para posteriormente aplicar la prueba de ANOVA. Se utilizó el coeficiente de Spearman para determinar la existencia de algún tipo de correlación entre las variables analizadas y la cantidad de madera extraída con el tratamiento silvicultural.

Los análisis estadísticos se realizaron por medio del software INFO STAT versión estudiantil 2008.

4. RESULTADOS

Al término de la presente investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LATIZALES EN EL BOSQUE TROPICAL DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO

4.1.1 Parámetros ecológicos

4.1.1.1 Abundancia y Densidad

Se aprecia que la respuesta a la intervención silvicultural fue diferente en todas las especies. En el área de intervención fuerte se evidencia que *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) y *Piper sp.*, comparten los niveles más altos de abundancia y densidad seguidas de *Guarea pterorhachis* Harms. Se observa una considerable reducción de abundancia y densidad de individuos en el año 2014 con respecto al año 2004.

El área de intervención leve muestra un comportamiento diferenciado, en donde *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.), *Hyeronima moritziana* Pax & K. Hoffm y *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.), presentan densidades mayores a las reportadas en el año 2004. Similar respuesta surge con la abundancia de individuos a excepción de *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) cuya población ha empezado a decrecer. En el área testigo, ocurre un proceso de disminución de individuos similar al registrado en Q5, donde *Palicourea sp.2* mantiene una densidad y abundancia superiores a *Persea sp.* y *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.), siendo esta última la más afectada en la reducción de su población.

Las variaciones en las abundancias y densidades que experimentan las especies en las áreas analizadas se deben a la dinámica de este tipo de ecosistemas. La abundancia de especies registrada difirió en cada bloque de estudio, en el cuadro 6, se exponen las especies con valores más altos de abundancia, y densidad por nivel de intervención, registrados en el año 2014. Se incluyen además los registros del año 2004. Ver anexo 1.

Cuadro 6. Especies con mayor valor de abundancia y densidad en las áreas de estudio.

Intervención fuerte (Q5)					Intervención leve (Q3)					Área de referencia (Q2)				
Especie	Abundancia (%)		Densidad (ind/ha)		Especie	Abundancia (%)		Densidad (ind/ha)		Especie	Abundancia (%)		Densidad (ind/ha)	
	2004	2014	2004	2014		2004	2014	2004	2014		2004	2014	2004	2014
<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	5.28	4.48	56.42	47.83	<i>Alchornea pearcei</i> Britton	2.92	2.79	43.4	47.7	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	4.31	3.77	44.62	39.06
<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	3.66	3.10	39.06	33.10	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	3.51	4.06	52.8	69.4	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	3.35	2.93	34.73	30.38
<i>Inga acreana</i> Harms.	4.07	3.45	43.40	36.84	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	7.31	7.11	108.5	121.5	<i>Hedyosmun goudotianum</i> Solms	3.35	3.35	34.71	34.72
<i>Miconia quadripora</i> Wurdack	3.66	3.10	39.06	33.10	<i>Hedyosmun scabrum</i> (Ruiz & Pav.)	5.26	6.6	78.13	112.8	<i>Miconia Sp.</i>	2.87	2.51	29.78	26.04
<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.)	6.91	5.86	73.78	62.57	<i>Hyeronima moritziana</i> Pax & K. Hoffm.	3.80	3.81	56.42	65.10	<i>Myrsine coriacea</i> Ex Roem. & Schult	3.35	2.93	34.73	30.38
<i>Palicouria sp.1</i>	4.07	3.79	43.40	40.47	<i>Matayba sp.</i>	2.63	3.3	39.06	56.42	<i>Nectandra membranacea</i>	2.87	2.51	29.78	26.04
<i>Piper sp.</i>	6.91	5.86	73.78	62.57	<i>Miconia Sp.</i>	4.09	3.81	60.76	65.10	<i>Palicouria sp.1</i>	2.87	2.51	29.78	26.04
<i>Psychotria sp.</i>	4.07	3.45	43.40	36.84	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. Ex Roem. & Schult	3.22	2.79	47.74	41.41	<i>Palicouria sp.2</i>	5.26	4.60	54.62	47.74
<i>Ruagea pubesens</i> H.Karst.	3.25	2.76	34.72	29.47	<i>Nectandra sp.1</i>	4.97	4.82	73.78	71.55	<i>Persea sp.</i>	4.31	4.18	44.71	43.40
-----	-----	-----	-----	-----	<i>Palicouria sp.</i>	3.80	3.55	3.80	3.55	<i>Saurauia sp.</i>	4.31	3.77	4.31	3.77

En las figuras 5 y 6, se presentan tres de las especies con los valores más significativos de abundancia y densidad registrados en cada bloque de estudio (Q2, Q3 y Q5). Los datos corresponden al monitoreo realizado en el año 2004, (antes de haberse aplicado el tratamiento silvicultural) y los valores reportados en la actual investigación.

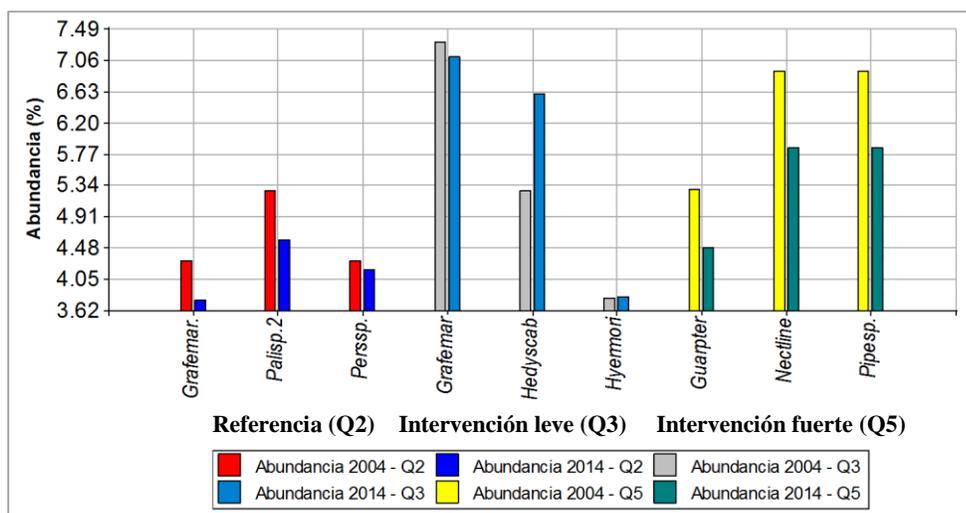


Figura 5. Especies con mayor número de individuos en las áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014

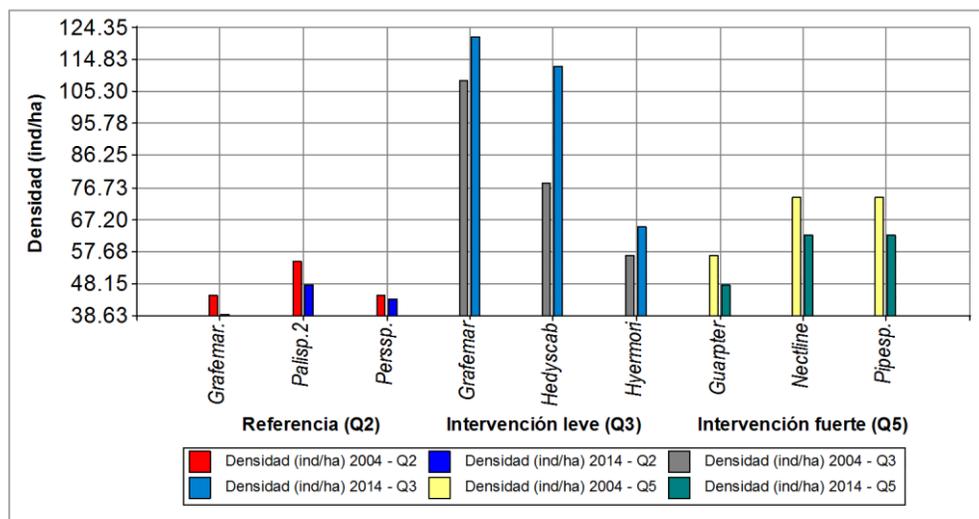


Figura 6. Especies de mayor densidad en las áreas intervenidas y de referencia en los años 2004 y 2014

El análisis de varianza (ANOVA) y la comparación LSD Fisher aplicada a la abundancia y densidad determinó diferencias significativas entre bloques, en donde el área de intervención

leve con un valor $p= 0.0087$ y $p= <0.0001$ fue diferente estadísticamente en comparación a las áreas de Q2 y Q5. Las figuras 7 y 8 muestran las diferencias estadísticas por grupo.

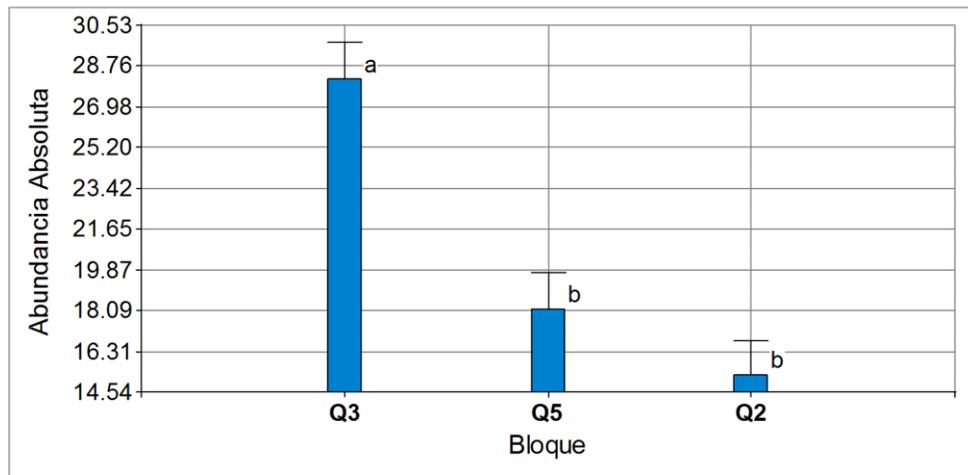


Figura 7. Promedios de abundancia de las áreas en estudio para el año 2014

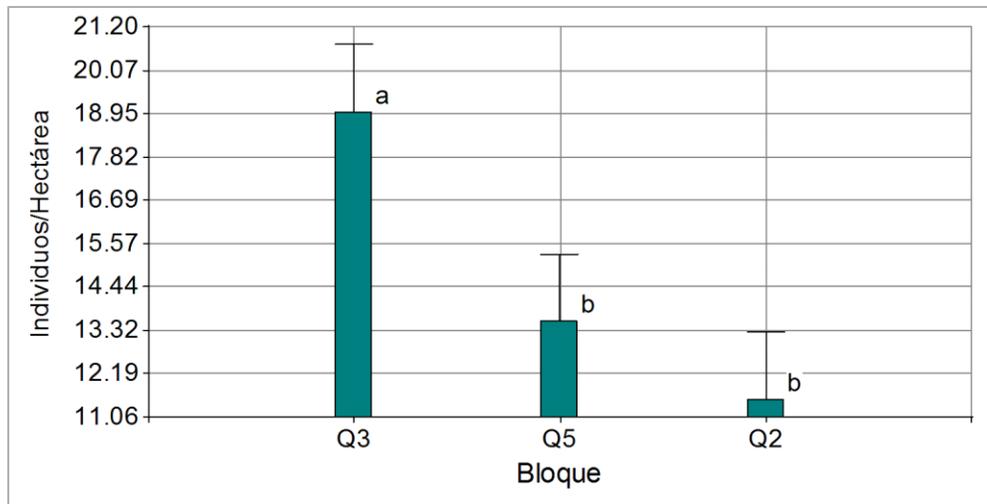


Figura 8. Promedios de densidad de las áreas en estudio para el año 2014

4.1.1.2 Frecuencia

Los resultados muestran que la respuesta a la intervención fuerte fue diferente en todas las especies. Se observó que *Inga acreana* Harms. y *Palicouria* sp.1 disminuyeron su frecuencia para el año 2014, al contrario de *Ruagea pubesens* H.Karst. cuya probabilidad de encontrar individuos incrementó.

El área de intervención leve, presentó una respuesta diferenciada de Q5 y Q2, al mostrar un aumento en la frecuencia de *Clusia elliptica* Kunth, *Matayba* sp y *Hedyosmun scabrum* (Ruiz & Pav.) siendo esta última la de mayor porcentaje (3,49%) con respecto al año 2004 (2,98%).

En el área testigo, la probabilidad de encontrar individuos disminuyó en el caso de *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) y *Hedyosmun goudotianum* Solms, sin embargo *Saurauia* sp. presentó un ligero incremento de 2,29% a 2,45%. En el cuadro 7, se puede apreciar las especies con mayor probabilidad de encontrar individuos en los años 2004 y 2014 en los diferentes bloques de estudio. Véase anexo 1.

Cuadro 7. Especies con mayor frecuencia en las áreas de estudio Q2, Q3 y Q5

Intervención fuerte (Q5)			Intervención leve (Q3)			Área de referencia (Q2)		
Especie	Frecuencia (%)		Especie	Frecuencia (%)		Especie	Frecuencia (%)	
	2004	2014		2004	2014		2004	2014
<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	5.23	4.50	<i>Alchornea pearcei</i> Britton	2.98	2.62	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	1.84	1.71
<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	3.92	3.00	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	2.98	3.06	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	3.07	2.29
<i>Inga acreana</i> Harms.	2.61	2.50	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	4.76	3.93	<i>Hedyosmun goudotianum</i> Solms	3.68	3.43
<i>Miconia quadripora</i> Wurdack	3.27	2.50	<i>Hedyosmun scabrum</i> (Ruiz & Pav.)	2.98	3.49	<i>Miconia</i> sp.	3.07	2.29
<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.)	5.23	4.50	<i>Hyeronima moritziana</i> Pax & K. Hoffm.	2.98	2.62	<i>Myrsine coriacea</i> Ex Roem. & Schult	2.45	2.29
<i>Palicouria</i> sp.1	3.27	3.00	<i>Matayba</i> sp.	2.98	3.06	<i>Nectandra membranacea</i>	1.84	1.14
<i>Piper</i> sp.	4.58	3.50	<i>Miconia</i> sp.	3.57	3.06	<i>Palicouria</i> sp.1	3.07	2.86
<i>Psychotria</i> sp.	4.58	3.50	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. Ex Roem. & Schult	3.57	3.06	<i>Palicouria</i> sp.2	4.00	4.29
<i>Ruagea pubesens</i> H.Karst.	1.96	2.00	<i>Nectandra</i> sp.1	5.36	4.37	<i>Persea</i> sp.	3.68	3.43
-----	-----		<i>Palicouria</i> sp.	2.38	2.18	<i>Saurauia</i> sp.	2.45	2.29

En la figura 9 se presenta la frecuencia de especies antes y después de aplicar el tratamiento silvicultural.

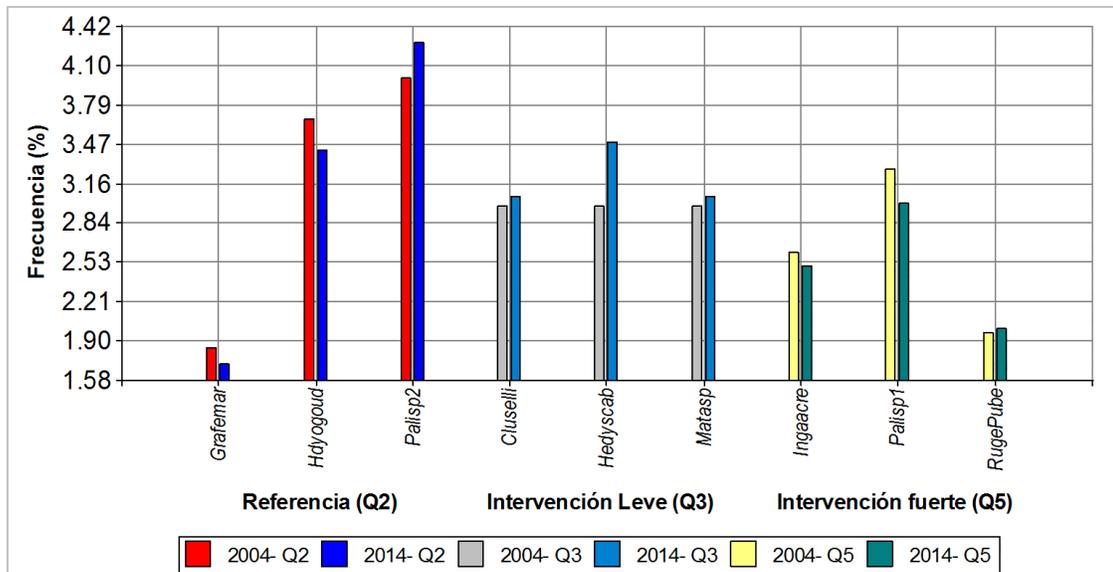


Figura 9. Especies con mayor valor de frecuencia en las áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014

El análisis de ANOVA y prueba comparación LSD Fisher con un $\alpha = 0.10$, permitió determinar que existen diferencias significativas entre los bloques Q3 y Q2 con $p= 0.0752$ mientras que las otras dos áreas no fueron estadísticamente significativas. La figura 10 muestra las variaciones de frecuencia por área de estudio.

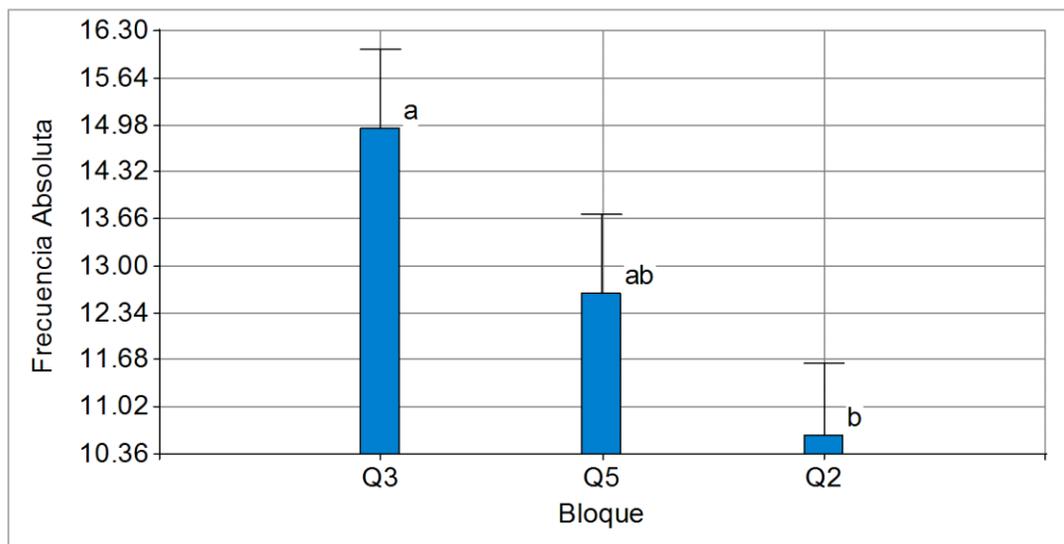


Figura 10. Promedios de frecuencia en las áreas de estudio para el año 2014

4.1.1.3 Dominancia

Los resultados indican que la propia dinámica del bosque influyó en el desarrollo del área basal de las especies. En el área de intervención fuerte se observa que: *Guarea pterorhachis* Harms, *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) y *Psychotria* sp., incrementaron el porcentaje de dominancia en más del 6%.

En el área con intervención leve, el porcentaje de dominancia disminuyó en *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) y *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. Ex Roem. & Schult a excepción de *Nectandra* sp.1 que incrementó su dominancia en más del 10%.

El área de referencia muestra menor dominancia en sus especies con respecto a las áreas intervenidas, sin embargo puede observarse que *Persea* sp., presenta un incremento en dominancia mayor al 10%. En el cuadro 8, se exponen las especies con valores más representativos de dominancia, por nivel de intervención, registrados en los años 2004 y 2014. Véase mayor detalle en anexo 1.

Cuadro 8. Especies de mayor dominancia en las áreas de estudio Q2, Q3 y Q5

Intervención fuerte (Q5)			Intervención leve (Q3)			Área de referencia (Q2)		
Dominancia (%)								
Especie	2004	2014	Especie	2004	2014	Especie	2004	2014
<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	4.73	5.14	<i>Alchornea pearcei</i> Britton	4.13	3.29	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	4.20	4.41
<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	6.04	5.55	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	3.56	4.46	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	3.45	3.31
<i>Inga acreana</i> Harms.	3.73	2.38	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	11.32	9.93	<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms	4.03	3.04
<i>Miconia quadripora</i> Wurdack	3.92	4.84	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.)	5.92	4.74	<i>Miconia</i> sp.	1.86	1.59
<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.)	7.58	8.44	<i>Hyeronima moritziana</i> Pax & K. Hoffm.	4.20	4.85	<i>Myrsine coriacea</i> Ex Roem. & Schult	2.95	2.75
<i>Palicouria</i> sp.1	3.59	3.83	<i>Matayba</i> sp.	1.91	2.52	<i>Nectandra membranacea</i>	4.20	3.14
<i>Piper</i> sp.	5.29	4.33	<i>Miconia</i> sp.	3.83	3.18	<i>Palicouria</i> sp.1	1.91	0.79
<i>Psychotria</i> sp.	2.98	3.18	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. Ex Roem. & Schult	3.07	2.85	<i>Palicouria</i> sp.2	3.02	2.42
<i>Ruagea pubesens</i> H.Karst.	4.16	4.24	<i>Nectandra</i> sp.1	5.44	6.45	<i>Persea</i> sp.	3.38	4.72
-----	-----		<i>Palicouria</i> sp.	2.16	1.92	<i>Saurauia</i> sp.	4.18	2.67

El análisis de ANOVA por el método de comparación LSD Fisher, con valor $p=0.4314$ permitió determinar que no existen diferencias significativas entre los porcentajes de dominancia de las especies presentes en las áreas de estudio. En la figura 11, se presentan tres de las especies con valores más altos de dominancia registrados en cada bloque de estudio, antes y después de aplicarse el tratamiento silvicultural.

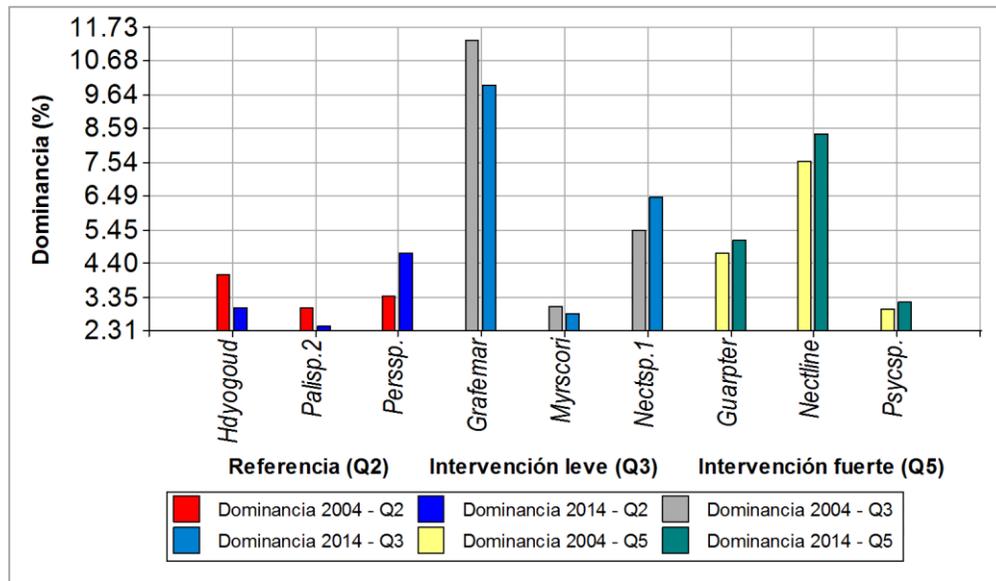


Figura 11. Especies con mayor valor de dominancia en áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014.

4.1.1.4 Índice de Valor de Importancia

Se evidencia que la respuesta de las especies al tratamiento silvicultural varía para cada bloque de estudio. En el área de intervención fuerte se observó que *Guarea pterorhachis* Harms, *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) y *Piper* sp., disminuyeron su I.V.I. para el año 2014, similar respuesta sucede en el área Q3, a excepción de *Hyeronima moritziana* Pax & K. Hoffm, cuyo I.V.I. aumento en más del 2%, al igual que *Persea* sp., en el área testigo.

En el cuadro 9, se pueden apreciar las especies con mayor índice de valor ecológico (I.V.I.) en los años 2004 y 2014 en los diferentes bloques de estudio. Véase mayor detalle en anexo 1.

Cuadro 9. Especies con mayor I.V.I. en las áreas de estudio Q2, Q3 y Q5

Intervención fuerte (Q5)			Intervención leve (Q3)			Área de referencia (Q2)		
Índice de Valor de Importancia (%)								
Especie	2004	2014	Especie	2004	2014	Especie	2004	2014
<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	5.08	4.71	<i>Alchornea pearcei</i> Britton	3.34	2.90	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	3.45	3.30
<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	4.54	3.88	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	3.35	3.86	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	3.29	2.84
<i>Inga acreana</i> Harms.	3.47	2.78	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.)	7.80	6.99	<i>Hedyosmun goudotianum</i> Solms	3.69	3.27
<i>Miconia quadripora</i> Wurdack	3.62	3.48	<i>Hedyosmun scabrum</i> (Ruiz & Pav.)	4.72	4.94	<i>Miconia sp.</i>	2.60	2.13
<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.)	6.57	6.27	<i>Hyeronima Moritziana</i> Pax & K. Hoffm.	3.66	3.76	<i>Myrsine Coriacea</i> Ex Roem. & Schult	2.92	2.65
<i>Palicouria sp.1</i>	3.64	3.54	<i>Matayba sp.</i>	2.51	2.96	<i>Nectandra Membranacea</i>	2.97	2.27
<i>Piper sp.</i>	5.59	4.57	<i>Miconia sp.</i>	3.83	3.35	<i>Palicouria sp.1</i>	2.62	2.05
<i>Psychotria sp.</i>	3.87	3.38	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. Ex Roem. & Schult	3.29	2.90	<i>Palicouria sp.2</i>	4.19	3.67
<i>Ruagea pubesens</i> H.Karst.	3.12	3.00	<i>Nectandra sp.1</i>	5.26	5.21	<i>Persea sp.</i>	3.79	4.11
-----	-----		<i>Palicouria sp.</i>	2.78	2.55	<i>Saurauia sp.</i>	3.65	2.91

A través del análisis ANOVA con un p valor= 0.9961 se determinó que no existe una diferencia significativa entre los I.V.I de los bloques de estudio. En la figura 12, se presentan los I.V.I de especies antes y después de aplicar el tratamiento silvicultural

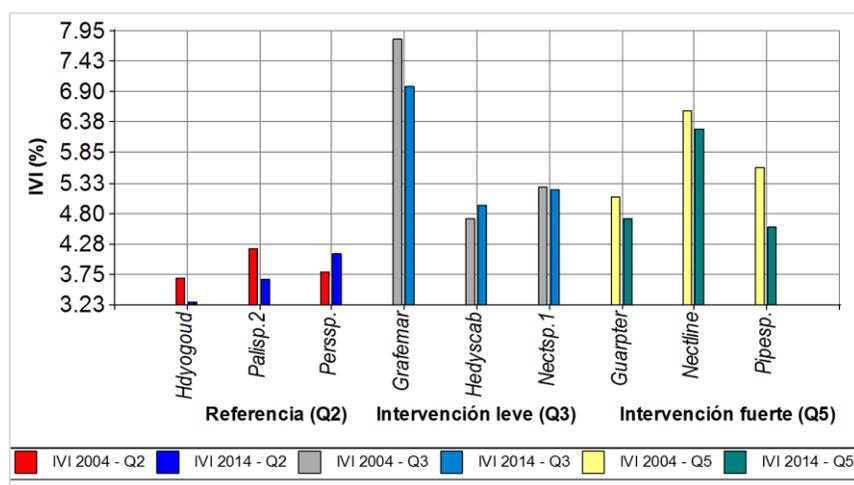


Figura 12. Especies con mayor valor de importancia en áreas intervenidas y área de referencia en los años 2004 y 2014.

4.1.2 Riqueza y Composición Florística

El estudio de la estructura y composición florística de latizales en áreas intervenidas y de referencia de la Estación Científica San Francisco, determinó la presencia de 1032 individuos, distribuidos en 67 familias, 95 géneros y 107 especies. El área testigo (Q2) presentó 80 especies forestales, el área de intervención fuerte registró 78 especies y el área de intervención leve (Q3) 81 especies, siendo el bloque de mayor riqueza. En el cuadro 10, se muestra los valores de riqueza de especies por parcela y bloque de estudio, se incluye la información del año 2004.

Cuadro 10. Familias, géneros y especies de latizales encontrados en las áreas de estudio Q5, Q3 y Q2 de la Estación Científica San Francisco.

Área	Familia	Género	Especie
Área sometida a intervención fuerte (Q5)	33	53	78
Área sometida a intervención leve (Q3)	28	46	81
Área testigo (Q2)	34	59	80

El análisis de varianza ANOVA y la prueba de LSD Fisher con p valor= 0.0206 permitió determinar diferencias estadísticas significativas entre la riqueza de especies de las áreas intervenidas y el área testigo. Como se puede observar en la figura 13, el área Q3 presenta valores de riqueza de especies estadísticamente diferentes a Q2 no así entre esta última y Q5.

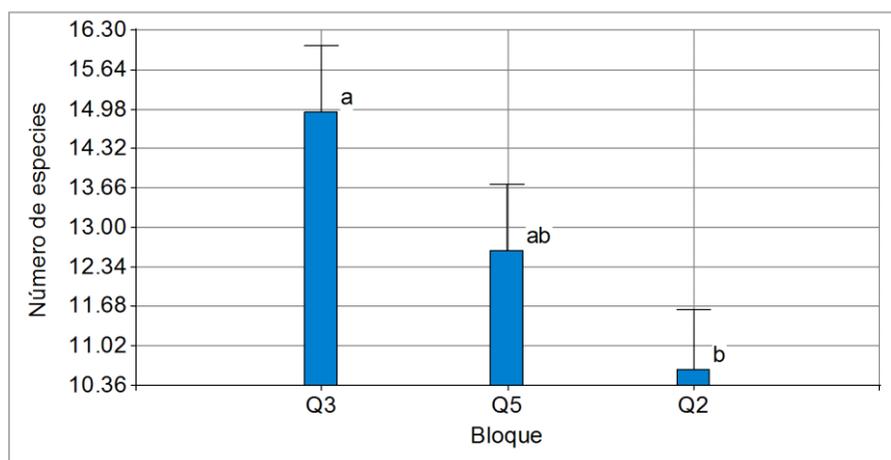


Figura 13. Promedio de riqueza de especies en las áreas de estudio para el año 2014

En forma conjunta, las áreas en estudio presentan variaciones en la dinámica de riqueza de especies, desde el inicio de la intervención silvicultural hasta la actualidad. El análisis estadístico

ANOVA, y el método de comparación LSD Fisher con un $\alpha = 0.10$ mostró diferencias significativas con p valor= 0.0546 para el año 2003 (antes de aplicar el tratamiento) y el año 2014, así como para el año 2004 y el 2014. Los otros dos periodos evaluados no presentaron diferencias significativas. Ver figura 14.

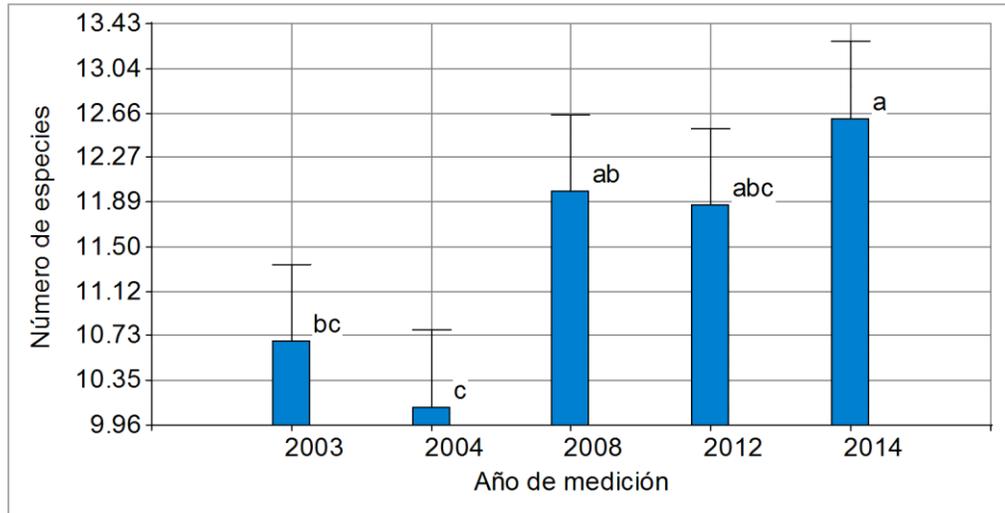


Figura 14. Promedio de riqueza de especies en los periodos de medición

Al comparar las tres áreas de investigación a través de la curva de acumulación (figura 15) mostró que el número de especies aumentó en función del esfuerzo de muestreo sin llegar a la asíntota. La tendencia en la jerarquía de riqueza de especies, representadas por la comparación de los diferentes bloques se mantuvo para el área testigo y de intervención fuerte.

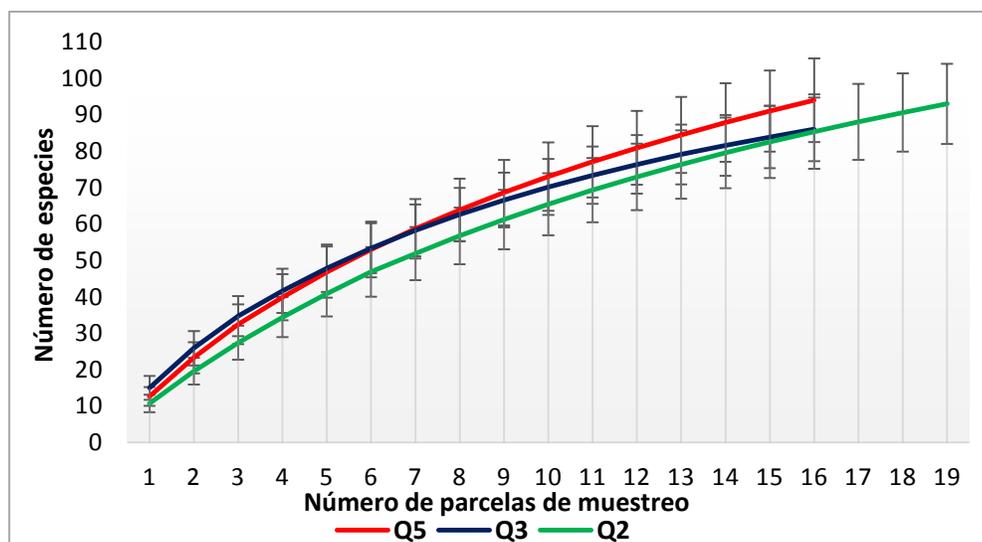


Figura 15. Curva de acumulación de especies en las áreas de estudio

4.1.2.1 Índices Alpha de Shannon – Wiener , Simpson y Fisher

De acuerdo a Shannon y Simpson, existió una diferencia representativa entre los bloques de estudio. El área de intervención leve mostró mayor diversidad, con respecto de Q5 y Q2, siendo esta última de menor valor de diversidad (figura 16 y 17). Los resultados para Shannon se basan en la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies, mientras que en Simpson influye el valor de las especies más dominantes, por tanto que es inverso a la equidad (Moreno 2001). En el cuadro 11, se presentan los valores de Alpha Fisher, Shannon y Simpson, por unidad de muestreo y bloque de estudio.

Cuadro 11. Índices de diversidad en parcelas de los bloques de estudio

Parcela	Shannon - Wiener			Simpson			Fisher		
	Q5	Q3	Q2	Q5	Q3	Q2	Q5	Q3	Q2
A	2.3	2.46	2.2	9.87	10.02	8.41	22.58	13.72	23.3
B	2.6	2.69	2.41	12.44	12.93	10.27	11.97	9.42	8.4
C	2.7	2.76	2.47	13.58	14.23	11.04	9.4	7.99	6.31
D	2.75	2.81	2.5	14.04	15.07	11.49	8.26	7.48	5.43
E	2.79	2.84	2.53	14.55	15.42	11.87	7.6	7.11	4.94
F	2.79	2.86	2.55	14.67	15.75	12.18	7.02	7.08	4.61
G	2.8	2.89	2.56	14.78	16.05	12.31	6.63	7.02	4.36
H	2.82	2.9	2.57	14.96	16.18	12.42	6.37	6.94	4.2
I	2.82	2.91	2.58	15.05	16.36	12.59	6.16	6.89	4.05
J	2.83	2.91	2.58	15.21	16.39	12.68	5.95	6.71	3.96
K	2.83	2.92	2.59	15.23	16.48	12.74	5.78	6.55	3.85
L	2.83	2.92	----	15.2	16.51	----	5.63	6.44	----
M	2.84	2.93	2.59	15.22	16.69	12.85	5.49	6.5	3.74
N	2.84	2.94	2.6	15.23	16.77	12.91	5.38	6.43	3.68
O	2.84	2.95	2.6	15.37	16.89	12.96	5.28	6.38	3.62
P	2.85	2.95	2.6	15.47	16.95	12.98	5.2	6.3	3.55
Q	----	----	2.61	----	----	13.04	----	----	3.5
R	----	----	2.61	----	----	13.08	----	----	3.45
S	----	----	2.61	----	----	13.11	----	----	3.39
T	----	----	2.61	----	----	13.14	----	----	3.36

El análisis estadístico ANOVA, por el método de comparación LSD Fisher con p valor < 0.0001 mostró diferencias significativas entre la diversidad de los bloques en estudio, obsérvese que tanto el índice de Shannon y el índice de Simpson presentaron tendencias similares (Figuras 16 y 17). Sin embargo los análisis para el índice de Alpha Fisher con valor $p = 0,130$ no mostraron significancias entre bloques, ya que determina mayor homogeneidad entre los valores de diversidad, donde el área de intervención fuerte presentó una ventaja mínima con respecto al área de intervención leve y el área testigo, siendo esta la de menor valor (figura 18). El índice de Alpha Fisher tiende a ser independiente al tamaño de la muestra y varía incipientemente con respecto al número de individuos (López y Duque 2009).

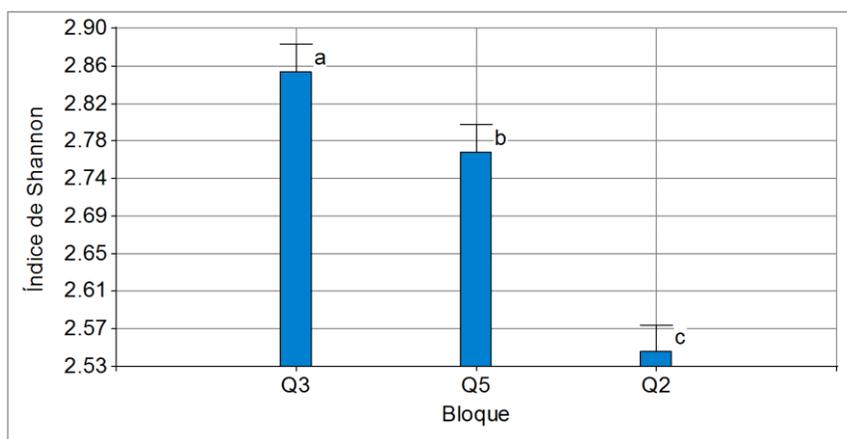


Figura 16. Índice de Shannon en áreas de estudio para el año 2014

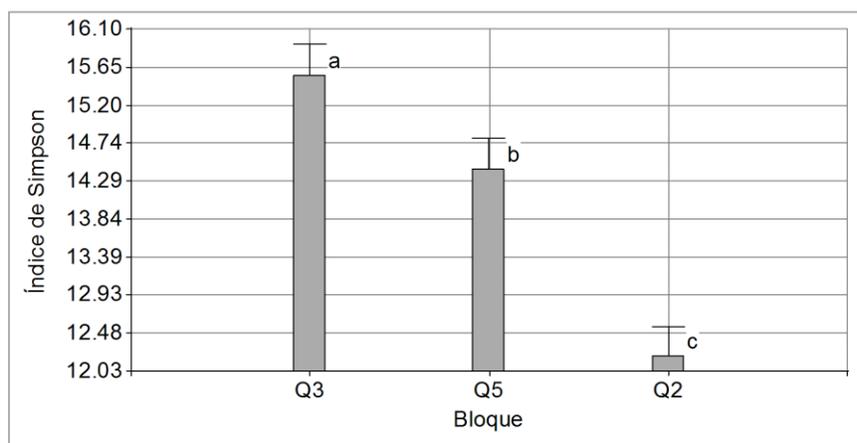


Figura 17. Índice de Simpson en áreas de estudio para el año 2014

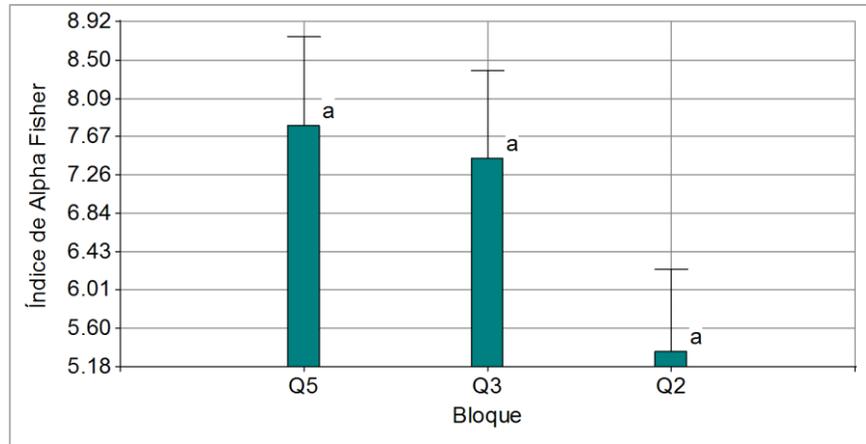


Figura 18. Índice de Alpha Fisher en las áreas de estudio para el año 2014

4.1.2.2 Coeficiente de Similitud de Sorensen

El índice de Similitud de Sorensen calculado, muestra que al comparar el área testigo con las áreas intervenidas en términos de número de especies, existe una relación heterogénea en la significancia florística. Las áreas Q5 y Q3 fueron florísticamente disímiles, mostrando un 28% de especies encontradas en estos sitios, tal fue el caso de *Annona* sp. y *Dendropanax macropodus* Harms. Análogamente los bloques Q3 y Q2 presentaron un 35 % de especies compartidas, entre las que se incluyen *Annona* sp. *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl. *Clusia elliptica* Kunth.

Los bloques Q5 y Q2, presentaron un nivel de significancia medio, con un 39% de especies en común, por ejemplo *Aniba muca* *Cecropia telenitida* Cuatrec y *Critoniopsis pycnantha* (Benth.) H. Rob, exclusivas de estos sitios que mostraron mayor semejanza florística con respecto al resto de comparaciones, como se indica en el cuadro 12.

Cuadro 12. Índice de similitud de Sorensen, en los bloques de estudio.

Bloques		Especies			Sorensen	
A	B	Especies A	Especies B	Especies compartidas	Coefficiente	Significancia
Q5	Q3	78	81	22	0.28	Disímiles florísticamente.
Q5	Q2	78	80	31	0.39	Medianamente disímiles florísticamente
Q3	Q2	81	80	27	0.35	Disímiles florísticamente.

El análisis de conglomerados Clúster, de la riqueza de especies en los bloques de estudio, muestra un corte arbitrario en la distancia 0.93, diferenciando la similitud existente entre el área de intervención leve con Q2 y Q5 cuya relación florística conforma un grupo diferente de Q3. Ver figura 19.

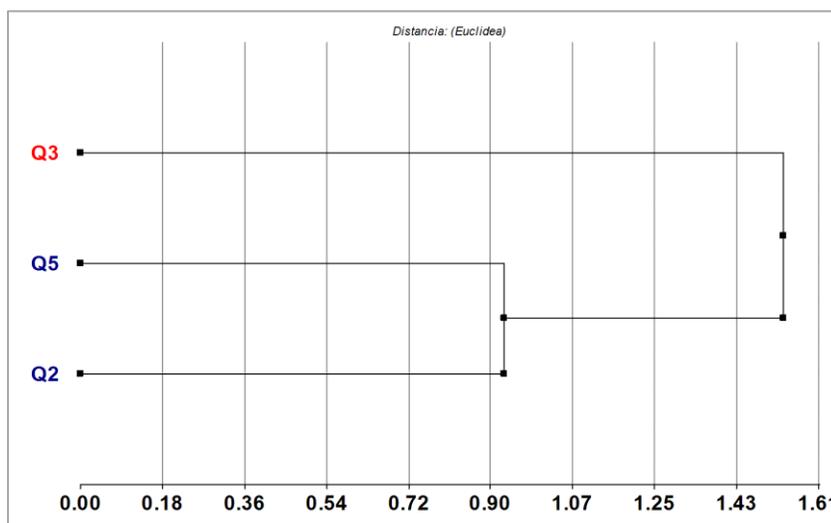


Figura 19. Dendrograma del Análisis de conglomerados Clúster de las áreas de estudio.

4.1.2.3 Calidad de regeneración

En términos generales el área de intervención leve presentó un estado fitosanitario más saludable con respecto a la cantidad de individuos de Q5 y Q2 que en su mayoría presentaron un estado de calidad deficiente. Nótese que los bloques en estudio no incluyen la misma cantidad de individuos sin embargo, existió una diferencia marcada por la cantidad mayoritaria de individuos en Q3 con un estado fitosanitario muy bueno, en relación a Q5 y Q2. Similar tendencia ocurrió para el estado fitosanitario regular. En la última categoría predominó el área testigo con el mayor número de individuos (101) seguida de Q3 y Q5 con 87 y 80 individuos respectivamente.

En el cuadro 13 se presenta el estado fitosanitario de latizales en las áreas intervenidas y el área testigo.

Cuadro 13. Categorías de calidad de regeneración natural

Categorías	Calidad	Q5	Q3	Q2	Total
I	Excelente	31	70	70	171
II	Muy bueno	68	132	79	279
III	Regular	60	112	53	225
IV	Deficiente	80	87	101	268
	TOTAL	239	401	303	943

En la figura 20 se aprecia la distribución de los individuos en las diferentes categorías de estado fitosanitario en las tres áreas de estudio. Las áreas testigo y de intervención leve presentaron el mayor porcentaje de individuos con un estado fitosanitario excelente, denotándose una jerarquía superior con respecto a la cantidad de individuos en el área de intervención fuerte.

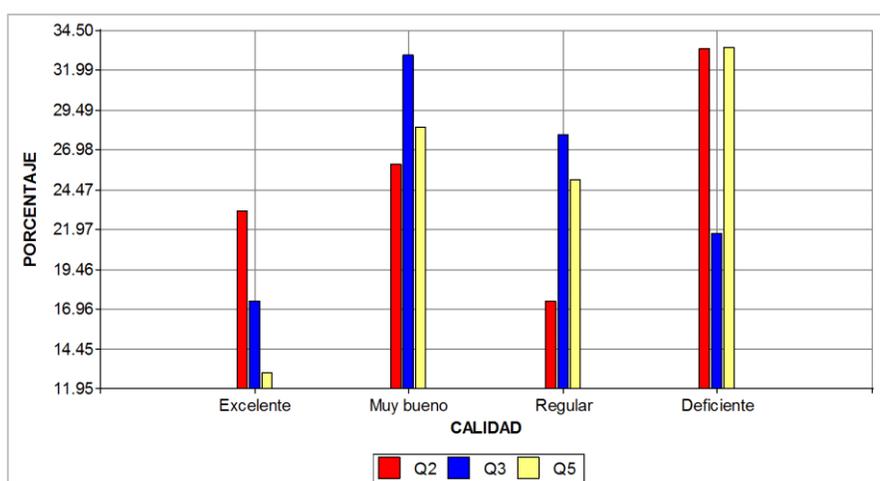


Figura 20. Categorías de estado fitosanitario en las áreas de estudio para el año 2014

4.1.2.4 Apertura de dosel

Las áreas sometidas al tratamiento silvicultural presentaron doseles más abiertos que el área testigo (figura 21). El área sometida a intervención leve presentó el promedio de apertura de dosel más alto con 11,22%, con un mínimo de 5,56 % y un máximo de 17,47%. El área sometida a intervención fuerte el promedio de apertura de dosel fue de 9,03%, con un mínimo de 4,78% y un máximo de 20,387,8% de apertura del dosel. El área testigo presentó un promedio de apertura del dosel de 7,59%, con un mínimo de 3,64% y un máximo de 15,49%.

En el cuadro 14, se presentan los promedios de apertura de dosel arbóreo para cada unidad de muestreo de los bloques en estudio, se incorporó la información de las mediciones realizadas en

los años 2008 y 2012 estableciendo la reciprocidad dinámica en la regeneración natural del área en estudio.

Cuadro 14. Promedios de apertura de dosel arbóreo en las áreas en estudio

Parcela	Apertura de dosel %								
	Área de intervención fuerte (Q5)			Área de intervención leve (Q3)			Área testigo (Q2)		
	2008	2012	2014	2008	2012	2014	2008	2012	2014
A	17.37	5.56	4.78	6.97	3.536	7.59	15.44	7.488	5.25
B	9.67	6.5	7.64	14.20	4.94	6.60	9.83	5.616	7.90
C	15.39	7.48	10.08	15.65	6.448	9.67	12.27	8.944	15.49
D	16.54	5.82	11.33	13.42	5.044	6.03	11.08	5.096	3.84
E	14.82	5.82	6.86	17.42	4.108	5.56	8.89	5.512	6.34
F	9.62	3.58	10.19	17.42	4.368	13.93	12.64	6.448	5.35
G	8.94	6.76	5.56	18.56	12.584	7.8	12.69	4.732	5.61
H	15.34	7.02	14.56	15.96	5.772	6.55	16.17	8.112	9.56
I	12.38	11.07	10.81	14.40	6.448	13.10	9.20	4.368	4.47
J	14.66	4.13	7.95	18.77	11.856	14.76	10.04	5.096	10.4
K	18.77	6.34	9.88	18.41	14.456	14.87	10.75	3.068	4.52
L	13.94	7.59	6.44	13.36	8.6736	17.47	-----	-----	-----
M	17.94	13.78	4.88	35.41	23.764	15.18	11.39	9.1	5.82
N	23.66	5.46	20.38	19.24	13.728	15.80	11.91	8.06	10.19
O	7.80	7.96	6.91	17.37	13.468	12.37	10.09	3.432	11.90
P	14.40	5.54	6.29	6.97	3.536	12.16	9.52	6.864	6.70
Q	-----	-----	-----	-----	-----	-----	11.70	6.968	3.64
R	-----	-----	-----	-----	-----	-----	15.91	7.696	10.81
S	-----	-----	-----	-----	-----	-----	13.47	8.164	8.21
T	-----	-----	-----	-----	-----	-----	12.06	9.62	8.32
V. Mínimo	7.80	3.58	4.78	6.97	3.536	5.56	8.89	3.068	3.64
V. Máximo	23.66	13.78	20.38	35.41	23.764	17.47	16.17	9.62	15.49
Promedio	14.45	6.90	9.03	16.47	8.92	11.21	12.02	6.59	7.59

En la figura 21, se presenta la distribución de apertura del dosel en las tres áreas de estudio, por unidad de muestreo y periodo de medición.

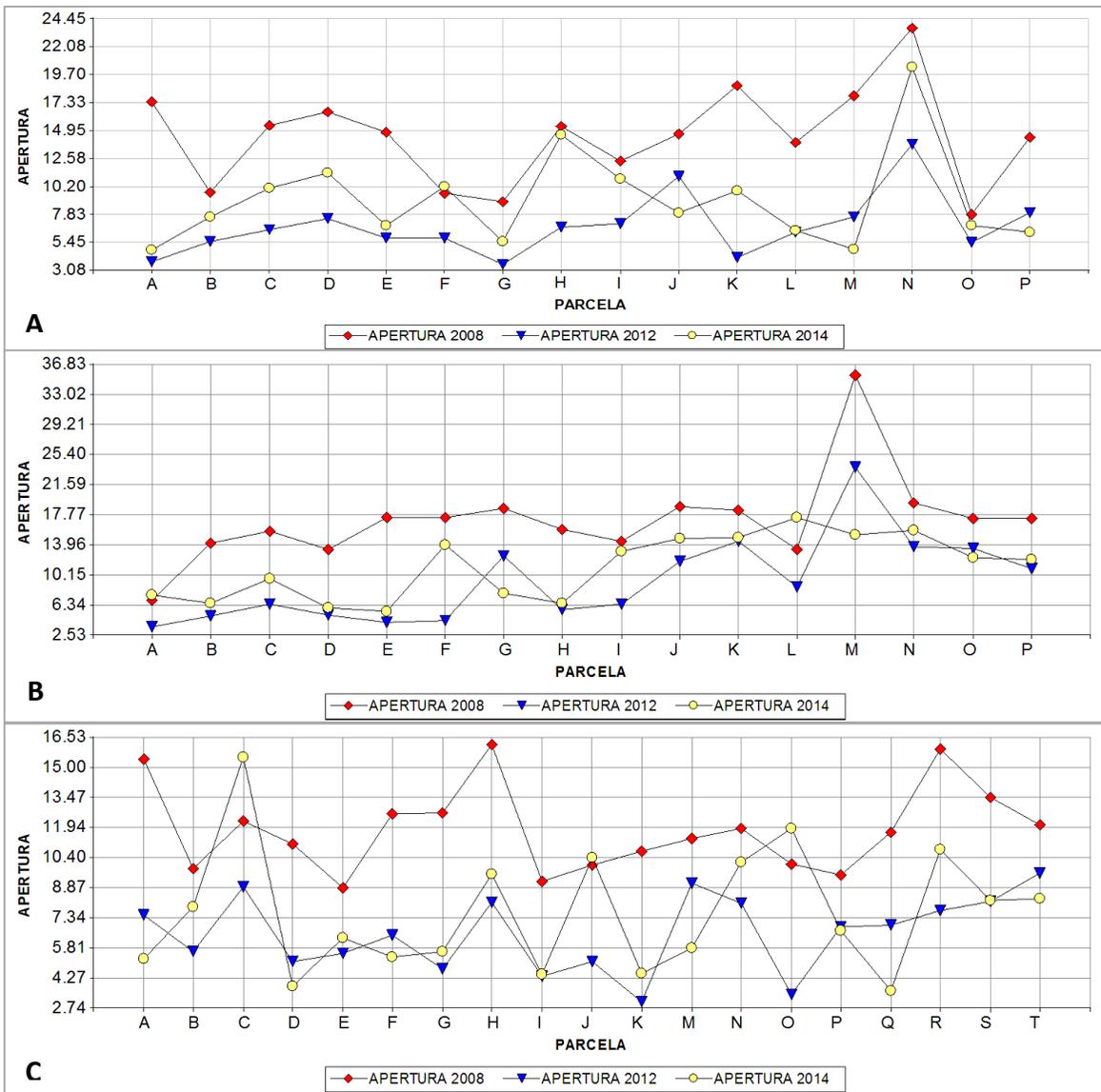


Figura 21. Promedio de apertura del dosel del bosque de la ECSF en las áreas intervenidas y el área testigo. **A:** intervención fuerte. **B:** intervención leve. **C:** área testigo.

El análisis de varianza ANOVA y el método de comparación LSD Fisher con valor $p= 0.0228$, permitió determinar diferencias significativas entre los porcentajes de apertura de dosel de cada bloque en estudio lo cual se refleja entre el bloque de la Q3 con respecto a Q2. (Figura 22).

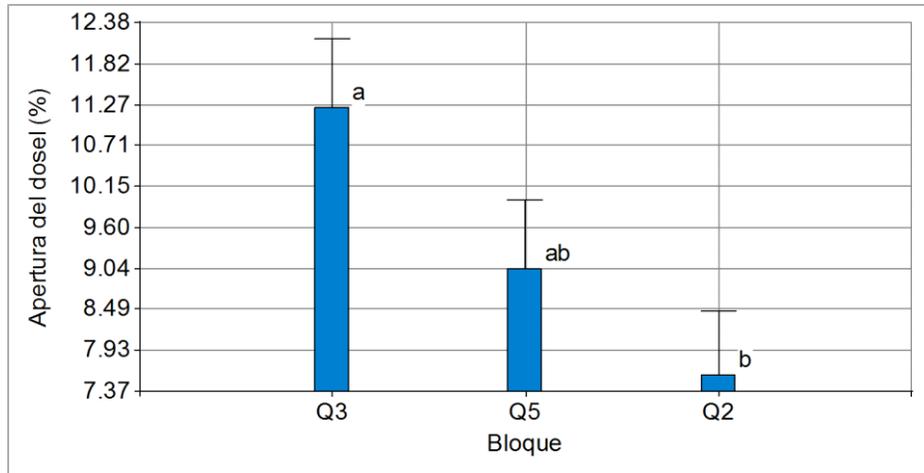


Figura 22. Porcentaje de apertura de dosel por bloque de estudio en el año 2014

En términos generales el promedio del año 2008 (14,32%) fue superior al registrado en 2012 (7,51%), el cual fue significativamente inferior a la media de 2014 (9,19%). Ver figura 23.

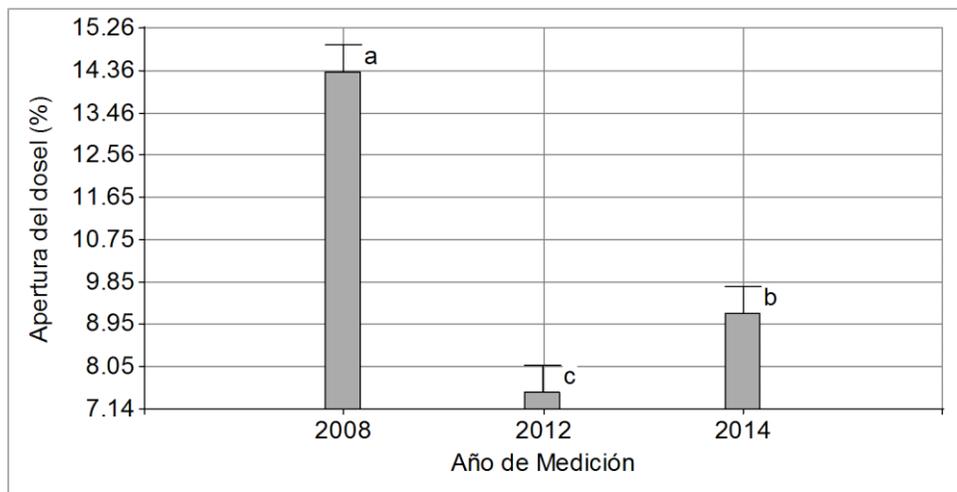


Figura 23. Porcentaje de apertura de dosel en los periodos de medición

4.2 EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DE UN BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO

4.2.1 Crecimiento en diámetro basal para el periodo 2004 – 2014

Durante el periodo 2004 – 2014, los latizales en estudio incrementaron su diámetro basal entre 0,003 y 14 milímetros agrupados en siete categorías respectivamente. Considerando los rangos de crecimiento, en las tres áreas analizadas, se evidenció que las especies de la categoría VII (≥ 12 mm), experimentaron mayor crecimiento en su diámetro basal, seguido de la categoría VI, y así sucesivamente en orden descendente, tal como se muestra en la figura 24. Sin embargo la mayor cantidad de individuos se ubica en la categoría I y II, siendo la categoría VII la de menor abundancia. En el cuadro 15 se presentan los promedios de incremento en diámetro basal para el periodo 2004 - 2014 y número de individuos en las áreas de intervención y testigo.

Cuadro 15. Incremento periódico y número de individuos agrupados en clases de diámetro basal en las áreas intervenidas y el testigo.

Rangos (mm)	Categoría	Intervención fuerte			Intervención leve			Testigo		
		No	Promedio	$\pm S$	No	Promedio	$\pm S$	No	Promedio	$\pm S$
$\leq 2,0$	I	103	0.966	0.543	239	0.811	0.470	119	0.927	0.538
2,0 - 4,0	II	49	2.894	0.617	58	2.905	0.605	35	2.765	0.606
4,0 - 6,0	III	35	5.213	0.539	22	5.210	0.684	16	4.826	0.461
6,0 - 8,0	IV	22	6.989	0.612	23	6.890	0.617	13	7.189	0.619
8,0 - 10,0	V	14	8.976	0.565	6	9.185	0.550	9	9.172	0.560
10,0 - 12,0	VI	6	11.045	0.431	7	10.811	0.618	8	11.074	0.581
≥ 12	VII	2	13.050	1.344	8	13.098	0.566	4	12.955	0.771

No: número de individuos por bloque de tratamiento; $\pm S$: desviación estándar.

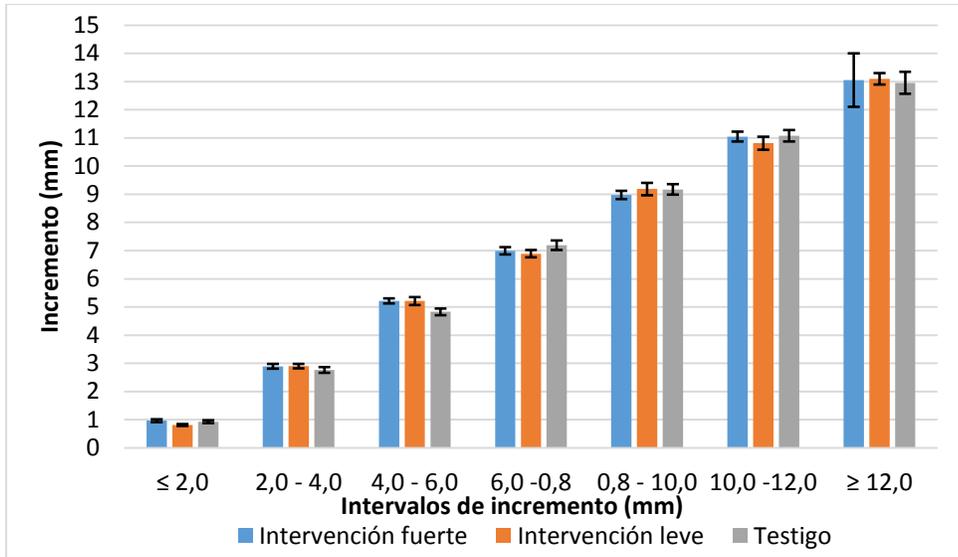


Figura 24. Incremento periódico (2004 – 2014) en diámetro basal por rangos de clasificación.

Comparando las áreas en estudio, a través del análisis de varianza por el método de comparación LSD Fisher con valor $p = 0.0434$ se evidenció que las especies del área sometida a intervención fuerte experimentaron mayor incremento, alcanzando un promedio de 5.8 milímetros en los últimos diez años, seguida del área testigo y área de intervención leve con 4,9 y 3,2 milímetros respectivamente. Ver figura 25.

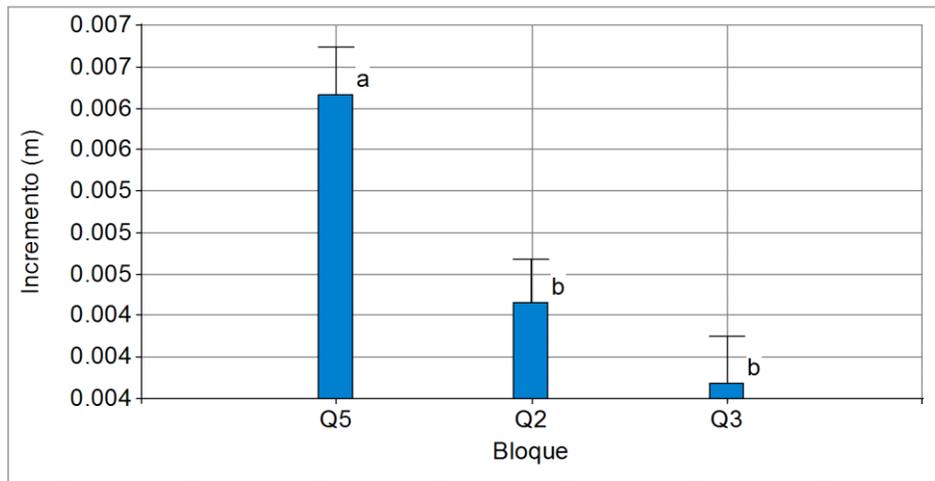


Figura 25. Incremento periódico (2004 – 2014) en diámetro basal en las áreas intervenidas y el área testigo.

El incremento mantiene una tendencia positiva para todos los periodos de medición con un leve descenso en el segundo periodo (2004 – 2008). El incremento promedio para el periodo 2003 –

2004, fue de 4,0 milímetros/ año, para el año 2008 el promedio disminuyó en 0,2 milímetros. La evaluación realizada en el año 2012, determinó un promedio de 4.6 milímetros, y finalmente en el último periodo el registro fue de 5.5 milímetros. Ver figura 26.

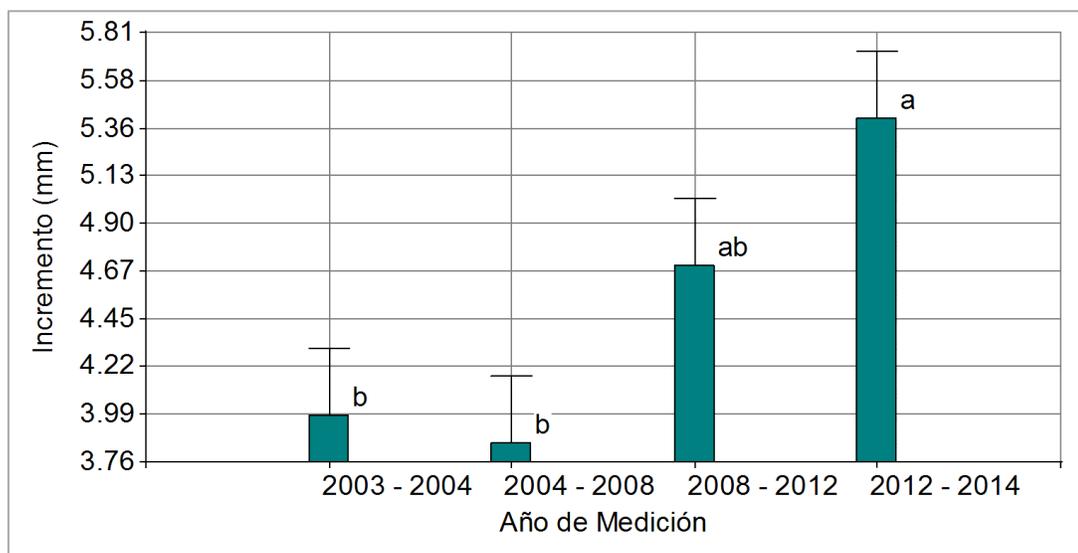


Figura 26. Incremento de diámetro basal en los periodos de medición

4.2.2 Altura

Los valores en altura total varían entre 1.5 a 20 metros/ individuo; se registraron además latizales con altura comercial de hasta 13 metros/individuo. La mayor cantidad de individuos presentaron alturas situadas en la segunda y tercera categoría. Se evidenció que los individuos de la categoría V, tuvieron mayor crecimiento, al contrario de la categoría I donde se ubican los latizales de menor altitud, las categorías intermedias mantienen una jerarquía ascendente como se muestra en la figura 27. En el cuadro 16, se presentan los promedios de altura total y comercial de latizales en las tres áreas de estudio.

Cuadro 16. Altura y número de individuos por área de estudio agrupados en rangos de clasificación.

Rango (m)	Categoría	Intervención Fuerte					Intervención Leve					Área Testigo				
		No	AT.	±S	AC	±S	No	AT.	±S	AC	±S	No	AT.	±S	AC	±S
≤ 3	I	8	5.1	0.3	2.8	2.4	8	2.5	0.6	1.3	0.7	6	2.7	0.6	1.8	0.4
3 - 6	II	86	5.3	0.7	4.0	2.9	149	5.4	0.6	2.9	1.0	67	5.1	0.7	2.8	0.9
6 - 9	III	92	7.9	0.8	4.6	2.0	214	7.8	0.7	4.3	1.2	134	7.9	0.8	4.3	1.2
9 - 12	VI	48	10.6	0.9	5.4	1.6	44	10.4	0.6	5.7	1.4	56	10.5	0.8	6.0	1.3
≥ 12	V	19	14.8	1.4	7.3	2.3	2	14.0	0.0	5.0	2.8	6	13.8	0.7	7.3	1.7

No: número de individuos por bloque de tratamiento; A.T.: altura total; A.C.: altura comercial; ±S: desviación estándar.

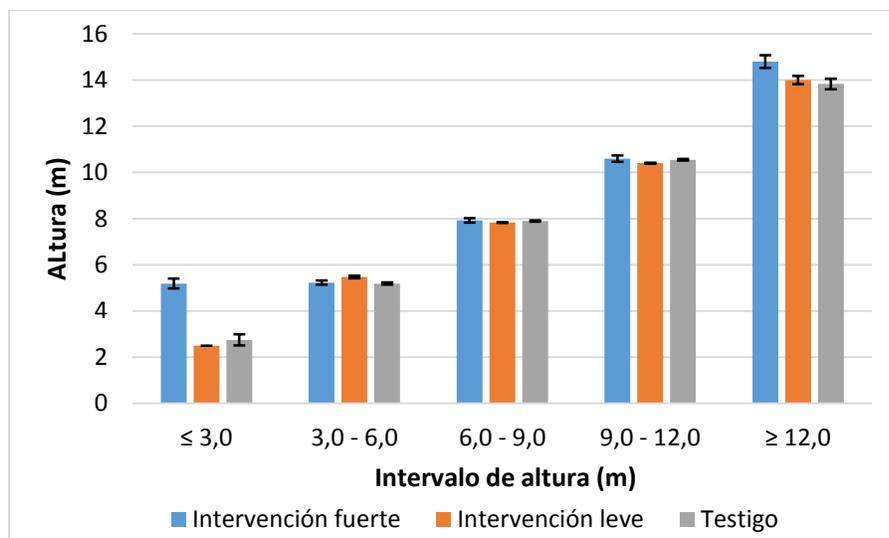


Figura 27. Altura total de latizales por categorías en las tres áreas de estudio.

Según el análisis de varianza y con valor $p = 0.2901$ no existen diferencias representativas con un $\alpha = 0.05$ entre los promedios de altura total de las áreas intervenidas y área testigo, por lo tanto, la media en altura fue igual en las tres áreas de estudio.

4.2.3 Relación entre el tratamiento silvicultural y el crecimiento de latizales

El área testigo y de intervención fuerte no registraron correlaciones o asociaciones significativas entre las variables analizadas. Particularmente en el área de intervención leve, el índice de diversidad de Shannon mostró una correlación alta negativa con la cantidad de madera extraída durante la intervención silvicultural y una correlación significativa positiva con el porcentaje de apertura de dosel.

Al considerar las unidades de muestreo de las áreas intervenidas se determinó una correlación positiva entre el área basal extraída durante el tratamiento silvicultural con el incremento en diámetro basal del periodo 2003 – 2004. El área de intervención leve registró además una relación inversa considerable entre el porcentaje de apertura de dosel registrado en el año 2014 con el incremento diamétrico del mismo periodo.

En el cuadro 17 se presentan las correlaciones entre el área basal removida durante la intervención silvicultural, diversidad de especies, apertura de dosel e incremento en diámetro basal en las áreas intervenidas y área testigo.

Cuadro 17. Correlaciones entre variables determinadas en las áreas intervenidas y área testigo

VARIABLES A CORRELACIONAR	n	Spearman	p-valor
Shannon Vs. Área Removida	15	-0.72	0.0026
Shannon Vs. Apertura de Dosel	16	0.65	0.0063
Área Removida Vs. Incremento DAP (2003 - 2004)	50	0.4091	0.0032
Apertura de Dosel (Año 2014) Vs. Incremento DAP (2012 - 2014)	16	-0.58	0.0197

5. DISCUSIÓN

5.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LATIZALES

La caracterización de la vegetación representa el primer paso hacia el entendimiento de la estructura y dinámica de un bosque (Cascante y Estrada 2001; Guariguata *et al.* 2009).

El estudio de la estructura y composición florística de latizales en áreas intervenidas y de referencia de la Estación Científica San Francisco, determinó la presencia de 1032 individuos, distribuidos en aproximadamente 67 familias, 95 géneros y 107 especies. Taxonómicamente las familias: Lauracea, Melastomatacea y Rubiaceae presentaron más de 100 individuos cada una, siendo las más representativas en este bosque. Las investigaciones realizadas por Patiño y Bussman (2004) confirman esta aseveración al mencionar que Lauracea es la familia de plantas leñosas más rica en especies en todos los bosques andinos entre 1500 y 2900 m de elevación, seguida de Melastomataceae y Rubiaceae.

Las tres áreas investigadas comparten ciertas especies vegetales, las más sobresalientes fueron: *Guarea pterorhachis* Harms., *Miconia quadripora* Wurdack, *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) y *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) siendo las dos últimas especies las más abundantes y densas en las áreas intervenidas y área de referencia. La abundancia y densidad de especies difirió en función de las condiciones de cada unidad de muestreo, particularmente el área de intervención leve presentó la mayor cantidad de individuos en función del área muestreada.

Analizando la información del año 2004, se evidenció que especies tales como *Inga acreana* Harms, *Clusia elliptica* Kunth y *Myrsine coriacea* Ex Roem. & Schult, disminuyeron en abundancia y densidad, especialmente en las áreas Q5 y Q2. Esta tendencia no ocurre en la probabilidad de encontrar individuos, donde el área de intervención leve incrementó la frecuencia de especies como: *Clusia elliptica* Kunth, *Hedyosmun scabrum* (Ruiz & Pav.) y *Matayba* sp.

El estudio realizado por Jaramillo y Muñoz (2009) reafirma lo expuesto al demostrar que las especies del género *Clusia*, responden positivamente en áreas intervenidas. Un valor alto de

frecuencia implica que la especie se encuentra presente en la mayoría de parcelas, es decir, que su distribución espacial tiende a ser homogénea (Cascante y Estrada 2001).

En el área de intervención fuerte las especies *Inga acreana* Harms. y *Palicouria* sp.1 disminuyeron su probabilidad de ocurrencia. Jaramillo y Muñoz (2009) concuerdan con estos resultados al exponer que el género *Inga* registra mejor desarrollo en el área testigo que el área sometida a intervención fuerte. Las especies del área testigo disminuyeron su frecuencia a excepción de *Palicouria* sp.2.

El área de intervención leve, tuvo el valor más alto de área basal, debido posiblemente a la mayor densidad de individuos. Las especies de mayor dominancia fueron: *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) Triana *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) Mez y *Guarea pterorhachis* Harms. Cabe notar que, estas especies fueron también las de mayor densidad y frecuencia relativa.

Al comparar los porcentajes de dominancia relativa con los promedios del año 2004 se observó que particularmente el área de intervención fuerte brindó las condiciones más favorables para el crecimiento de área basal, esto se verificó en las especies *Guarea pterorhachis* Harms., *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) y *Psychotria* sp. cuyo incremento promedio fue de aproximadamente 10%. Similares resultados obtuvieron Acosta *et al.* (sf.) al determinar que los tratamientos silviculturales, que mejoran la iluminación de latizales, benefician su crecimiento y supervivencia (Galván *et al* 2003).

El Índice de Valor de Importancia permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal (Alvis 2009). Las especies de mayor relevancia ecológica fueron *Persea* sp. en el área testigo, *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) en el área de intervención leve y *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) en el área de intervención fuerte. Lamprecht (1990) menciona que este índice combina la abundancia, frecuencia y dominancia, por lo tanto es de esperar que las especies antes mencionadas sean también de mayor importancia dentro del bosque. Al comparar este parámetro a nivel de bloque, se observó que no existe una diferencia significativa, por lo tanto, no debe perderse la concepción sobre este criterio y debe tenerse claro que todas las especies son de suma importancia para mantener la dinámica del bosque, tanto en estructura como en composición (Lamprecht 1990).

La riqueza de especies arbóreas, puede verse favorecida tras el apareamiento de nuevas condiciones de luz (Sáenz *et al.* 1999; Galván *et al.* 2003); efectivamente los resultados de la presente investigación demostraron que las áreas intervenidas albergan en la actualidad la mayor concentración de especies, además, en relación a los primeros años después de la intervención existe un incremento significativo en la riqueza de especies. Al respecto Martínez (2006) tras haber analizado los bosques secundarios montanos del Ecuador, afirma que la diversidad de especies difícilmente podría ser explicada únicamente a través del variable tiempo y que más bien estaría relacionada con distintos factores que interactúan entre sí, como: la intensidad y frecuencia de un determinado tipo de impacto.

Otro aspecto a considerar es la distribución de especies entre las distintas unidades de muestreo, la curva de acumulación de especies no mostró estabilidad para las tres áreas de estudio, al respecto Melo y Vargas (2001) señalan que, en el análisis de las regiones tropicales las curvas tienden a aumentar prolongadamente. Sin embargo el análisis de rarefacción mostró afinidad con el índice de Alpha Fisher, el cual mostró una estrecha relación entre la diversidad de las áreas intervenidas, con respecto al área testigo.

5.2 CALIDAD DE REGENERACIÓN NATURAL

En el ámbito del manejo forestal se proporciona particular atención a la calidad de regeneración natural, mediante el registro de cualquier tipo de enfermedad y plaga visible en el árbol (Áreas y González 2008). La calidad de regeneración natural para cada una de las clases naturales de edad, contempla entre otros factores el estado fitosanitario (Melo y Vargas 2001).

Con respecto a esta variable, los latizales de las áreas intervenidas (Q5 y Q3) y el área testigo (Q2) en su mayoría estuvieron representadas por las categorías “muy bueno” y “regular”, este resultado concuerda con lo expuesto por Jaramillo y Muñoz (2009), por tanto es evidente que en determinados individuos las condiciones fitosanitarias tienden a mantenerse en edades relativamente tempranas afectando el crecimiento de las especies (Alegría *et al.* 2008; Quezada *et al.* 2012).

Un número representativo de individuos, particularmente del área testigo, presentaron un estado deficiente, lo cual difiere representativamente del estudio realizado por Jiménez (2014) en

brinzales, esta divergencia podría significar un considerable incremento de individuos en esta categoría en el tiempo, influenciada por la repercusión negativa de plagas y enfermedades que a menudo es subestimada (Áreas y González 2008).

El área sometida a intervención leve y el área testigo mostraron mejores condiciones en relación al área de intervención fuerte, debido a que se registró mayor número de latizales en la categoría “Excelente”. Tales variaciones podrían explicarse en cierta forma, por la distribución y abundancia de especies en las distintas unidades de muestreo como lo señala Martínez (2006), debido a la relación directa entre la densidad de individuos y el apareamiento de plagas o insectos defoliadores (Mostacedo y Pinard 2001).

5.3 APERTURA DE DOSEL

Con respecto a las tres áreas en estudio, la apertura del dosel arbóreo presentó promedios superiores en el bloque sometido a intervención leve, similares resultados obtuvo Cabrera *et al.* (2006). No obstante la diferencia con la apertura del área de intervención fuerte, no fue significativa. Por tanto que la aplicación del tratamiento silvicultural, permitió el ingreso de luz hacia estratos bajos (Cabrera *et al.* 2006). Aunque la intervención leve mejoró la apertura del dosel en el bloque Q3, Cabrera *et al.* (2006) menciona que los valores de apertura en su mayoría se deben a la propia estructura de este bosque.

La diversidad de tamaños y formas de apertura del dosel arbóreo, influyen en numerosos procesos fisiológicos, morfogénéticos y reproductivos de las plantas, y afecta de forma muy significativa al funcionamiento del ecosistema (Valladares 2006; Sáenz *et al.* 1999). Partiendo de esta premisa, existe una estrecha relación entre la abundancia de individuos y riqueza de especies, con la cantidad de luz que ingresó en las áreas intervenidas.

Sin embargo, Harms y Timoti (2003) sostienen que la abundancia de plántulas no siempre es correlacionada con la disponibilidad de luz. No obstante ciertas especies (quizás la mayoría) requieren la alta disponibilidad de luz de los claros de bosque.

El factor tiempo fue determinante en la obtención de resultados, ya que al observar los promedios registrados en el año 2008, se observó que estos son significativamente superiores a

los obtenidos en 2014. Según Galloway (2007) este comportamiento se explica por la propia dinámica de los bosques tropicales de montaña.

5.4 INCREMENTO PERIÓDICO EN DIÁMETRO BASAL Y ESTADO ACTUAL DE ALTURA EN LATIZALES

En bosques sometidos a manejo forestal, es importante determinar cuáles son las tasas de crecimiento que presentan las especies, con el objetivo de proyectar ciclos de corta y evaluar la aplicación de tratamientos silviculturales que estimulen el crecimiento de las especies (Quezada *et al.* 2012).

El análisis de incremento en área basal demuestra que existen diferencias entre los tratamientos. El crecimiento fue superior en el área de intervención fuerte, al respecto, Reátegui (2005) sostiene que la luz es uno de los factores causantes de la supervivencia y crecimiento de las plántulas. Los resultados obtenidos en este caso para individuos de entre 5 y 20 cm de diámetro en un periodo de diez años, difieren con el estudio de Cabrera *et al.* (2006) sobre clases diamétricas superiores a 20 cm, ya que este último obtuvo incrementos superiores en el área testigo con respecto a las áreas intervenidas en un periodo de cuatro años. Sin embargo este comportamiento puede atribuirse también a otras variables como pueden ser: competencia, suelo, edad, especie, genéticos, madurez, estado fitosanitario, entre otras (Quesada y Castillo, 2010).

De manera general encontramos que el crecimiento presentó una relación positiva con el tamaño inicial de los individuos, particularmente en los últimos dos periodos (2008 - 2014), en afinidad a lo expuesto, Sáenz *et al.* (1999) y Quezada *et al.* (2012) experimentaron respuestas semejantes, en los bosques tropicales de Costa Rica particularmente en la categoría latizal.

Al parecer, el implementar un tratamiento silvicultural, afecta el dinamismo del bosque, dependiendo de la intensidad del tratamiento y de la estructura del mismo (Cabrera *et al.* 2006). En el caso de la altura, no existió diferencias significativas entre los promedios de las áreas en estudio, no obstante el área de referencia presentó un promedio relativamente superior en la primera y última categoría (\leq a 3m y \geq a 12m) respectivamente. Estos resultados pueden ser causa de que el bosque en el área testigo posee doseles cerrados por lo que los individuos compiten por luz obligándolos a buscar lugares altos del dosel. Similares resultados obtuvieron

Jaramillo y Muñoz (2009) al analizar el crecimiento periódico anual de la regeneración natural de brinzales.

5.5 EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO SILVICULTURAL EN EL CRECIMIENTO DE LATIZALES

La principal causa de la degradación forestal es la tala de explotación, con el corte selectivo de algunas especies (Sáenz *et al.* 1999; Cayuela 2006). Al respecto los resultados de la presente investigación mostraron una correlación negativa entre el índice de Shannon y el área basal removida. Tal respuesta fue más evidente en el área de intervención leve, probablemente por la mayor cantidad de especies e individuos en relación a los bloques Q2 y Q5.

Los análisis determinaron que, en las áreas intervenidas, la apertura del dosel influyó positivamente en la diversidad y crecimiento de las especies. De igual manera, Clark *et al.* (1993) encontraron que los juveniles de especies arbóreas correlacionaron significativamente su crecimiento en diámetro y altura con el índice de iluminación de copa. Lo anterior sugiere que en bosques sin manejo, el crecimiento de latizales es más limitado por las condiciones de luz que en el caso de un bosque bajo manejo. Tal situación podría explicar el número de correlaciones encontradas por Sáenz *et al.* (1999) al estudiar durante un periodo de cuatro años los patrones de crecimiento en diámetro y altura de latizales en un bosque tropical de montaña intervenido reafirmando el hecho de que el estado de las aperturas del dosel desempeñan un rol determinante.

Por otra parte algunos autores (Clark y Clark 1992), sugieren que sí existe una diferenciación a nivel de especie en el crecimiento en respuesta a las aperturas. Por tal razón es importante clasificar las especies en función de su temperamento y así mismo se eligen las técnicas silviculturales más apropiadas para el manejo de la regeneración, dentro de esta clasificación se encuentran las especies heliófitas y esciófitas (Beek y Saenz 1992). Al respecto de esta investigación, si bien los promedios de apertura han disminuido significativamente en el periodo 2004 – 2014, existe una correlación inversa entre la apertura del dosel y el incremento en diámetro basal del periodo 2012 – 2014.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación fueron las siguientes:

- Las áreas sometidas a intervención y el área testigo comparten ciertas especies vegetales, las más sobresalientes fueron: *Guarea pterorhachis* Harms., *Miconia quadripora* Wurdack, *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) y *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) siendo las dos últimas especies las más densas y abundantes.
- El área de intervención fuerte brindó las condiciones más favorables para el crecimiento de área basal, esto se verificó en algunas especies como: *Guarea pterorhachis* Harms., *Nectandra lineatifolia* (Ruiz & Pav.) y *Psychotria* sp. cuyo incremento promedio en el periodo evaluado fue de aproximadamente 10%.
- Las áreas intervenidas mostraron la mayor concentración de especies, además, en relación a los primeros años después de la intervención existe un incremento significativo en la riqueza de especies, influenciado por las condiciones del bosque y la intensidad del raleo selectivo.
- La calidad de la regeneración de latizales presentó mejores condiciones en el área sometida a intervención leve, al contrario del área testigo y de intervención fuerte, los cuales mostraron un estado fitosanitario deficiente, comprometiendo una sucesión natural óptima del bosque.
- Las áreas intervenidas presentaron en promedio doseles más abiertos que el área testigo, los cuales influyeron positivamente sobre la diversidad de especies y crecimiento en diámetro basal.
- La aplicación de tratamientos silviculturales producen impactos de naturaleza positiva y negativa sobre el dinamismo del Bosque Tropical de Montaña de la Estación Científica San Francisco, cuyos efectos variarán en función de la intensidad de la intervención y de la estructura del sitio.

- El crecimiento en diámetro basal presentó una relación positiva con el tamaño inicial de los individuos, siendo superior en el área de intervención fuerte en comparación al área testigo.
- Las alturas no presentaron diferencias significativas entre los promedios de las áreas en estudio, sin embargo cuando se analizaron en categorías se evidencia un promedio relativamente superior en la primera y última categoría (\leq a 3m y \geq a 12m) respectivamente.
- El área de intervención leve mostró una correlación negativa entre el índice de Shannon y el área basal removida. Por lo tanto a la hora de implementar tratamientos silviculturales se debe reducir los impactos negativos para que la acción generada al aplicarlo no tienda a afectar negativamente el desarrollo y permanencia de las especies.

7. RECOMENDACIONES

Al culminar el presente trabajo investigativo, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Continuar con los estudios de regeneración en los bosques tropicales de la “Estación Científica San Francisco”, en razón de que este tipo de investigaciones requieren mediciones anuales y los resultados se obtienen a largo plazo.
- Replicar este tipo de investigaciones en ecosistemas estratégicos de la Región sur del Ecuador, con el propósito de ampliar la información referente a la composición florística y dinámica de regeneración natural.
- Realizar investigaciones sobre la ecología de las especies florísticas más comunes encontradas en el bosque intervenido y de referencia, con el propósito de validar su uso como especies indicadoras de bosques con o sin intervención.
- Evitar errores sistemáticos durante los procesos de evaluación, especialmente en la medición de los fustes y asignación de códigos en los individuos, disminuyendo el margen de error en resultados obtenidos a largo plazo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta L., Louman B., Galloway G. *sf.* Regeneración de especies arbóreas después del huracán Mitch, en bosques manejados de la costa Norte de Honduras. (En línea). Consultado: 01 de Oct. de 2014. Disponible en: [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD47%2094/pd%2047-94-2%20rev%203%20\(I\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD47%2094/pd%2047-94-2%20rev%203%20(I)%20s.pdf)
- Acuña E., Drake F. 2003. Análisis del riesgo en la gestión forestal e inversiones silviculturales: una revisión bibliográfica Bosque, vol. 24, núm. 1, Universidad Austral de Chile. Chile.
- Aguirre, Z; Aguirre, N. 1999. Guía para desarrollar estudios de comunidades vegetales. Departamento de Botánica y Ecología. Herbario Loja. 30 p.
- Aguirre y Yaguana. 2011. Material didáctico para enseñanza de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.
- Aparicio 2009. Efecto del manejo forestal sustentable sobre la abundancia y distribución de Bromelias Epifitas en Capulalpam de Méndez, Oaxaca, México.
- Alegría M. 2008. Dinámica de la regeneración natural en claros y frecuencia de claros en bosques de terraza Baja, Iquitos, Perú. Consultado 12 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.unapiquitos.edu.pe/oficinas/iiunap/archivos/2008/forestales/ARTICULO-waldemaralegria.pdf>
- Alvis G. 2009. Structural analysis of a natural forest area located in the rural municipality of popayán. Consultado 12 de octubre de 2014. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692
- Áreas F. y Gonzales L. 2008. Estudio de la composición florística y sanidad forestal de la arboleda del sector sur del campus principal de la Universidad Nacional Agraria, Managua. Managua, Nicaragua.
- Artavia G., Eckhardt K., Araujo J. 2004. Efecto de la luz sobre la densidad y morfología de las plantas en un claro dominado por *Duroia Hirsuta*, estación biológica madre selva. Río Osora, Iquitos, Perú, 2004. (en línea). Consultado: 25 de Marzo de 2014. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/11391>.
- Ayma A. y Padilla E. 2009. Efecto de la tala de *podocarpus glomeratus* sobre la estructura de un bosque de neblina en los andes (Cochabamba, Bolivia).

- Beltrán G., Calva O. 2005. Impactos de la luz sobre la regeneración natural de podocarpáceas en los bosques de San Francisco y Numbala. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 21 p.
- Beek, R; Saenz, G. 1992. Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: Estudio de los robledales de altura en las alturas de las cordilleras de Salamanca. CATIE, Turrialba, Costa Rica. s.p.
- Brancalion S., Viani G., Strassburg N. y Rodríguez R. 2012. Cómo financiar la restauración de los bosques tropicales. (en línea). Consultado: 22 de Abril de 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/i2890s/i2890s07.pdf>.
- Bussmann R. 2004. Recolonisation of natural landslides in tropical mountain forests of Southern Ecuador. University of Hawai'i Manoa, Institute of Botany, Honolulu. Consultado: 01 de Oct. De 2014. Disponible en: file:///C:/Users/DELL/Downloads/Feddes%20Repertorium_Ohl%20and%20Bussmann_2004.pdf
- Bussmann R. 2005. Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. Revista Peruana de Biología, vol. 12. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Perú. 216 p.
- Cabrera, O.; Gunter, S.; Mosandl, R. 2006. Dinámica de un bosque montano lluvioso natural y selectivamente intervenido en el sur del Ecuador. Disponible en: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.466.1>
- Calva O., Beltrán G., Gunter S. y O. 2007. Impacto de la luz sobre la regeneración natural de Podocarpáceas en los bosques de San Francisco y Numbala. Bosques latitud cero. pp. 21 - 23
- Cascante A. y Estrada A. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. (En línea). Consultado el 20 de octubre de 2014. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442001000100020&script=sci_arttext
- Canales A., Stuva A., Domínguez G., Castillo A. 2013. Respuesta de la regeneración natural de la *uncaria tomentosa* (willd) d.c. “uña de gato”, al efecto de la luz en ecosistemas boscosos primarios intervenidos dentro del Bosque Nacional Alexander. Ecología

- Aplicada, 12(2), ISSN 1726-2216. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- Cartuche, G; Salas, H. 2005. Análisis de los efectos de tratamientos silviculturales sobre la regeneración natural en el bosque tropical de montaña de la estación científica San Francisco. Tesis Ing. For. U.N.L. Loja, Ecuador. 209p.
 - Casierra F., Nieto P., Ulrichs C. 2012. Crecimiento, producción y calidad de flores en calas (*Zantedeschia aethiopica* (L.) K. Spreng) expuestas a diferente calidad de luz. Ingeniera Agrónoma, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Berlín, Germany. (en línea). Consultado: 29 de Marzo de 2014. Disponible en: <http://www.udca.edu.co/attachments/article/1766/crecimiento-produccion-calidad-flores-calas-expuestas-diferente-calidad-luz.pdf>.
 - Cayuela L. 2006. Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles Ecosistemas, vol. XV, núm. 3. España. 196 p.
 - Clark, D.A. & D.B. Clark. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecol. Monogr.* 62: 315-344.
 - Clark, D.A., D.B. Clark & P.M. Rich. 1993. Comparative analysis of microhabitat utilization by saplings of nine tree species in neotropical rain Forest. *Biotropica* 254: 397-407.
 - Del Valle J. 1997. Crecimiento de cuatro especies de los humedales forestales del litoral Pacífico colombiano. *Rev Acad. Colombia*
 - DFG 2004. Funcionalidad de un bosque tropical de montaña del sur del Ecuador, diversidad, procesos dinámicos y potenciales de uso. Líneas de investigación y perspectivas. Unidad de investigación FOR 404. Consultado: 01 de Oct. De 2014. Disponible en: http://www.naturalezaycultura.org/docs/bosque_humedo
 - FAO 2011. Mountain Forests in a Changing World Realizing values, addressing challenges. (En línea). Consultado: 01 de Oct. De 2014. Disponible en: http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/FAO_Mountain-Forests-in-a-Changing-World.pdf
 - Fassola H., Moscovich A., Ferrere P., Rodríguez F. 2002. Evolución de las principales variables de árboles de *Pinus taeda* L. sometidos a diferentes tratamientos silviculturales en

- el nordeste de la provincia de Corrientes, Argentina *Ciencia Forestal*, vol. 12, núm. 2, pp. 51-60. Universidad Federal de Santa María. Brasil
- Galván O., Louman B., Galloway G., Obando G. 2003. Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de *Pentaclethra macroloba* y *Goethalsia meiantha* e implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos. Tesis Mag. Sc. Turrialba. CR, CATIE. 67 p.
 - Galloway G; Kengen S; Louman B; Stoian D; Mery G. 2007. Cambios en los paradigmas del sector forestal de América Latina.
 - Garavito T., Álvarez N., Arango E., Caro, S., Murakami, A., Blundo, C., Boza Espinosa, T.E., La Torre Cuadros, M.A., Gaviria, J., Gutiérrez, N., Jørgensen, P.M., León, B., López Camacho, R., Malizia, L., Millán, B., Moraes, M. Pacheco, S., Rey Benayas, J.M., Reynel, C., Timaná de la Flor, M., Ulloa Ulloa, C., Vacas Cruz, O., Newton, A.C. 2013. Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. *Ecosistemas* 21. 166 p.
 - García R., Guerra J., Bravo F. 2007. Análisis de la regeneración natural de *Pinus pinaster* Ait. en los arenales de Almazán-Bayubas (Soria, España). (en línea). Consultado: 28 de Abril de 2014. Disponible en: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/025-038-\(1306\)-Analisis_1175077141250.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/025-038-(1306)-Analisis_1175077141250.pdf).
 - Gómez J. 2011. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. (en línea) Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672011000100016
 - Guariguata M., García C., Nasi R., Sheil D., Herrero C., Cronkleton P., Ndoye O., Ingram V. 2009. Hacia un manejo múltiple en bosques Tropicales. Consideraciones sobre la compatibilidad del manejo de madera y productos forestales no maderables. CIFOR, Bogor, Indonesia. 36 p.
 - Gudiño W. 2007. Trasplante de palmas xate (*Chamaedorea elegans* y *Chamaedorea ernesti-augustii*) en bosques sucesionales en Frontera Corozal, Chiapas. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Tesis para la obtención de título en maestría en ciencia biológicas 78 p.
 - Günter S.; Stimm B.; Weber M. 2004. Silvicultural contributions towards sustainable management and conservation of forest genetic resources in Southern Ecuador. Consultado:

- 01 de Oct. de 2014. Disponible en:
http://www.lyonia.org/articles/rbusmann/article_308/pdf/titlePage.pdf
- Hayashida Y., Boot R., Poorter L. 2001. Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. (En línea). Disponible en: <http://www.wageningenur.nl/de/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-313232353134>
 - Hidalgo J. y Estrada E. 1999. Comparación de distintos tratamientos del suelo para determinar su efecto sobre la regeneración natural en un bosque tropical húmedo trabajo de graduación para optar al título de agrónomo con el grado de licenciatura. (en línea). Consultado: 03 de Abril de 2014. Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/pdf/pg2999.pdf>.
 - Hostettler S. 2002. Tropical montane cloud forests: a challenge for conservation. *Bois forest tropiques*. 274(4):19-31
 - Imaña E., Encinas O. 2008. *Epidometría Forestal*. Brasilia. Universidad de Brasilia, Departamento de Ingeniería Forestal. 72 p.
 - 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 previa a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 153 p.
 - Jiménez D., Becerra D. 2011. 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. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Forestal, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 186 p.
 - 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.
 - López P., López F., Oliva G., Reyes F., y González A. 2013. Procesos de regeneración natural en bosques de encinos: factores facilitadores y limitantes. *Biológicas*. Publicación Especial No1: 18-24

- López W. y Duque A. 2009. Patrones de diversidad alfa en tres fragmentos de bosques montanos en la región norte de los Andes, Colombia. (en línea). Consultado el 17 de Octubre de 2014. Disponible en: <http://www.amazon.com/Patrones-diversidad-fragmentos-montanos-Colombia/dp/B009XQ5J3A>
- Louman B., Stoian D. 2002. Manejo forestal sostenible en América Latina. Económicamente viable o una utopía. Congreso forestal latinoamericano. Revista Forestal Centroamericana. 8 p.
- Martínez A. 2006. Análisis de Bosques Secundarios Montanos Lluviosos revelan diferentes rutas de regeneración del bosque, dependiendo del tipo de impacto. Tesis previa a la obtención del título de Ph.D. en Ciencias Naturales. Departamento de Fisiología de Plantas, Universidad de Bayreuth, 95440 Bayreuth, Alemania.
- McGinley K. 2012. El manejo del bosque tropical y su impacto en la diversidad de la fauna. (en línea). Consultado: 25 de Abril de 2014. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A3036E/A3036E.PDF>
- Meli P. 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Revista Interciencia. Vol. 10. (en línea). Consultado: 02 de Abril de 2014. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442003001000006&script=sci_arttext
- Melo O., Vargas C. 2001. Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos. Departamento de Ciencias Forestales. Universidad del Tolima CRQ – Carder – Corpocaldas – Cortolima, Ibagué. 235 p.
- Meza J. 2001. Información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América latina. (en línea). Consultado: 25 de Abril de 2014. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/ad406s/AD406s00.pdf>
- Ministerio del Ambiente. 2012. Línea base de deforestación del ecuador continental, Quito Ecuador. (en línea). Consultado: 20 de Abril de 2014. Disponible en: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf>
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. (en línea). Consultado: 01 de Oct. de 2014. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

- Mostacedo, B; Fredericksen, T.S. (Eds.) 2001. Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 221 p.
- Nalvarte W. y Lombardi I. 1995. Simulación de tratamientos silviculturales en un área piloto del bosque dantas. Unidad Modelo de Manejo y Producción Forestal-Dantas. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú.
- Orozco L., Brumér C., Quiróz. 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. CATIE Turrialba, Costa Rica
- Pacheco M. 2013. Estudio ecológico de *Taxus globosa* Schlecht., en áreas de conservación de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.” Tesis Para obtener el grado académico de: Maestra en Ciencias. Universidad de la Sierra Juárez. 82 p.
- Palacio W. y Jaramillo N. sf. Riqueza florística y forestal de los bosques tropicales húmedos del Ecuador e implicaciones para su manejo. Revista forestal centroamericana. 50 p.
- Palacios W. 2005. Los gremios forestales en los bosques tropicales húmedos del Ecuador. (en línea). Consultado: 20 de Abril de 2014. Disponible en: http://www.lyonia.org/articles/rbusmann/article_274/pdf/article.pdf.
- Paladines R. 2003. Fundación Científica San Francisco. Loja, Ecuador. (en línea). Consultado: 01 de Abril de 2014. Disponible en: [http://www.lyonia.org/Archives/Lyonia%205\(2\)%202003\(1012\)/Paladines%20P.%2C%20R.%202%3B%20Lyonia%205%282%29%202003%28139-142%29.pdf](http://www.lyonia.org/Archives/Lyonia%205(2)%202003(1012)/Paladines%20P.%2C%20R.%202%3B%20Lyonia%205%282%29%202003%28139-142%29.pdf)
- Patiño M. y Bussman R. 2004. Floristic distribution of the montane cloud forest at the Tapichalaca reserve, Cantón Palanda, Zamora province. Distribución florística del bosque de neblina montano en la Reserva Tapichalaca, Cantón Palanda. Provincia de Zamora. (en línea). Consultado: 01 de Abril de 2014. Disponible en: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.339.1>
- Peña J., Monroy A., Álvarez F., Orozco S. 2005. Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, vol. 8, núm. 2, diciembre, 2005, pp. 91-98, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez C. y Vignola R. 2011. Importancia de los bosques tropicales en las políticas de adaptación al cambio climático. Grupo Cambio Global, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica CIRAD.

- Pinto L., Quevedo L., Arce A. 2011. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la regeneración natural en un bosque seco Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia. CIMAR, Santa Cruz, Bolivia.
- Quevedo L., Finegan B., Peña M., Galloway G., Campos J. 2008. Regeneración natural, ambiente lumínico y dispersión de semillas de especies forestales heliófilas de larga vida en un bosque tropical de Bolivia. (en línea). Consultado: 05 de Abril de 2014. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/79916085/Regeneracion-natural-ambiente-luminico-y-dispersion-semillas-heliofitas-Quevedo-et-al>
- Ramos I. 2007. Factores que condicionan la regeneración natural de especies leñosas en un bosque mediterráneo del sur de la Península Ibérica Ecosistemas, vol. 16, núm. 2, 2007, pp. 1-5, Asociación Española de Ecología Terrestre. España.
- Rebottaro S., Cabrelli D. 2011. Regeneración natural de *Pinus elliottii* en claros silvícolas: dinámica poblacional durante siete años. Madera y Bosques, vol. 17. Instituto de Ecología, A.C. México. 70 p.
- Rivera L., López J., Triana M. 2005. Efecto del sombreado en vivero en el crecimiento y mortalidad de plántuirs de regeneración natural de priosfingre (*brosimum rubescens* tau b.) en el sur del trapecio amazónico Revista Colombia Forestal Vol. 9 No. 18. 10 p.
- Sáenz G.; Finegan B.; Guariguata M. 1999. Crecimiento y mortalidad en juveniles de siete especies arbóreas en un bosque muy húmedo tropical intervenido de Costa Rica. Rev. biol. trop vol.47 n.1-2 San José Jun.
- Sánchez R., Acosta O., Cámara L. 2011. Regeneración natural de la selva alta perennifolia en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, México Núm. 32, pp. 63-88, ISSN 1405-2768; México
- Somarriba E. 2002. Estimación visual de la sombra en cacotales y cafetales. Agroforestería en las Américas. Vol. 9. 9 p. Consultado: 01 de Oct. de 2014. Disponible en: <http://www.metabase.net/docs/bn-cr-r/032447.html>.
- Ugalde A. 1981. Conceptos básicos de dasimetría. (En línea). Consultado: 01 de Oct. de 2014. Disponible en:<http://www.sidalc.net/repdoc/a5909e/a5909e.pdf>
- Valladares F. 2006. La disponibilidad de luz bajo el dosel de los bosques y matorrales ibéricos estimada mediante fotografía hemisférica. Ecología, Nro. 20. pp. 11-30. (en línea).

Consultado: 01 de Oct. de 2014. Disponible en:
<http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Valladares-2006.pdf>.

- Valladares F., Aranda I., Sánchez D. 2004. La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. 335-369. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid. 335-369 p.
- Vita A., Serra M., Grez I., Olivares A. y González M. sf. Intervenciones silviculturales en espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) en la zona árida de Chile. (en línea). Consultado: 15 de Abril de 2014. Disponible en: http://revistacienciasforestales.uchile.cl/1997-1998_vol12-13/n1-2a1.pdf
- Viteri A. 2010. Documento de análisis del sector forestal en el contexto de adaptación y mitigación al cambio climático del sector uso de suelo, cambio de suelo, y silvicultura en el Ecuador. (en línea). Consultado: 02 de Abril de 2014. Disponible en: [http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Forestry%20\(mitigation\)/05_Ecuador%20NIP_forestry%20mitigation.pdf](http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Forestry%20(mitigation)/05_Ecuador%20NIP_forestry%20mitigation.pdf).

9. ANEXOS

Anexo 1. Parámetros ecológicos en área de intervención fuerte (Q5)

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/Ha
Sapindaceae	<i>Allophylus sp.</i>	1.38	2.00	2.87	2.08	1.38	17.36
Lauraceae	<i>Aniba muca</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0.34	0.50	0.30	0.38	0.34	4.34
Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	1.03	1.00	0.24	0.76	1.03	13.02
Vasconcella Sp.	<i>Caricaceae</i>	0.34	0.50	0.10	0.32	0.34	4.34
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34
Cecropiaceae	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	1.38	2.00	2.02	1.80	1.38	17.36
Meliaceae	<i>Cedrelasp.</i>	0.34	0.50	0.20	0.35	0.34	4.34
Asteraceae	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	1.03	1.50	0.87	1.14	1.03	13.02
Burseraceae	<i>Dacryodes cupularis</i> Cuaatrec	0.34	0.50	0.35	0.40	0.34	4.34
Thymeleaceae	<i>Daphnopsis macrophilla</i> (Kunth) gilg	0.34	0.50	0.60	0.48	0.34	4.34
Araliaceae	<i>Dendropanax macropodus</i> (Harms) Harms	0.34	0.50	0.59	0.48	0.34	4.34
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i> (Goudot) Wedd.	1.38	1.00	1.30	1.23	1.38	17.36
Rubiaceae	<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	1.72	1.50	2.17	1.80	1.72	21.70
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	1.03	1.50	2.39	1.64	1.03	13.02
Moraceae	<i>Ficus subandina</i> Dugand	0.69	1.00	0.50	0.73	0.69	8.68
Melastomataceae	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.) Triana	0.34	0.50	0.34	0.40	0.34	4.34
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	0.34	0.50	0.13	0.32	0.34	4.34
Meliaceae	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	4.48	4.50	5.14	4.71	4.48	56.42
Mimosaceae	<i>Guarea sp.</i>	0.34	0.50	0.31	0.39	0.34	4.34
Meliaceae	<i>Guarea subandina</i> W. Palacios	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34
Annonaceae	<i>Guateria sp.</i>	0.69	0.50	0.78	0.66	0.69	8.68
Chloranthaceae	<i>Hedyosmun scabrum</i> (Ruiz & Pav.)	0.34	0.50	0.24	0.36	0.34	4.34
Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	0.69	0.50	1.11	0.77	0.69	8.68
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	3.10	3.00	5.55	3.88	3.10	39.06
Mimosaceae	<i>Inga acreana</i> Harms.	3.45	2.50	2.38	2.78	3.45	43.40
Mimosaceae	<i>Inga sp.</i>	0.34	0.50	0.52	0.45	0.34	4.34
Mimosaceae	<i>Inga striata</i> Benth.	1.38	2.00	0.51	1.30	1.38	17.36
Lauraceae	<i>Lauraceae</i>	0.69	1.00	0.33	0.67	0.69	8.68
Violaceae	<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm.&A. Fernández	0.34	0.50	0.10	0.31	0.34	4.34
Gentianaceae	<i>Macrocarpea revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Gilg	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34
Malvaceae	<i>Malvaceae</i>	1.03	0.50	0.32	0.62	1.03	13.02
Melastomataceae	<i>Miconia quadripora</i> Wurdack	3.10	2.50	4.84	3.48	3.10	39.06
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	0.34	0.50	0.71	0.52	0.34	4.34
Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cong.	0.69	0.50	0.49	0.56	0.69	8.68
Melastomataceae	<i>Miconia tinifolia</i> Naudin	0.34	0.50	0.59	0.48	0.34	4.34
Sapotaceae	<i>Micropholis guayanensis</i> (A.DC) Pierre	0.69	0.50	0.76	0.65	0.69	8.68
Monimiaceae	<i>Mollinedia lanceolata</i> Ruiz & Pav.	0.69	0.50	0.17	0.45	0.69	8.68

Anexo 1... Continuación

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/Ha
Monimiaceae	<i>Monimia sp.</i>	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34
Monimiaceae	<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	1.72	1.50	1.62	1.61	1.72	21.70
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	0.34	0.50	0.20	0.35	0.34	4.34
Moraceae	<i>Naucleopsis glabra</i>	0.34	0.50	0.13	0.33	0.34	4.34
Lauraceae	<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	5.86	4.50	8.44	6.27	5.86	73.78
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	0.34	0.50	0.67	0.50	0.34	4.34
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	0.69	1.00	0.56	0.75	0.69	8.68
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	1.03	1.50	1.57	1.37	1.03	13.02
Nyctaginaceae	<i>Neea ovalifolia</i> Spruce ex J.A. Schmidt	0.34	0.50	0.56	0.47	0.34	4.34
Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	1.38	1.50	1.00	1.29	1.38	17.36
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	0.69	0.50	1.43	0.87	0.69	8.68
Rubiaceae	<i>Palicourea pyramidalis</i> Standl.	0.34	0.50	1.21	0.68	0.34	4.34
Rubiaceae	<i>Palicourea sp.1</i>	3.79	3.00	3.83	3.54	3.79	47.74
Rubiaceae	<i>Palicourea sp.2</i>	1.72	1.50	1.47	1.56	1.72	21.70
Piperaceae	<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) A.Dietr.	1.03	0.50	0.70	0.74	1.03	13.02
Lauraceae	<i>Persea ferruginea</i> Kunth	0.34	0.50	0.19	0.35	0.34	4.34
Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	0.69	1.00	1.35	1.01	0.69	8.68
Urticaceae	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	0.69	1.00	0.00	0.56	0.69	8.68
Piperaceae	<i>Piper ecuadorenses</i> Sodiro	1.03	0.50	0.71	0.75	1.03	13.02
Piperaceae	<i>Piper marequitense</i> C.DC.	0.69	1.00	0.89	0.86	0.69	8.68
Piperaceae	<i>Piper obtusifolia</i> (L.) A. Dietr.	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	5.86	3.50	4.33	4.57	5.86	73.78
Lauraceae	<i>Pleurothyrium obovatum</i> Van der Werff	0.34	0.50	1.18	0.67	0.34	4.34
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem.& Schult.	1.38	1.50	0.78	1.22	1.38	17.36
Rosaceae	<i>Prunus huantensis</i> Pilg.	1.03	1.00	1.97	1.33	1.03	13.02
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	3.45	3.50	3.18	3.38	3.45	43.40
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.2</i>	1.03	1.50	0.70	1.08	1.03	13.02
Meliaceae	<i>Ruagea pubesens</i> H.Karst.	2.76	2.00	4.24	3.00	2.76	34.72
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	0.69	1.00	1.61	1.10	0.69	8.68
Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i> Wawrd	1.38	1.50	0.99	1.29	1.38	17.36
Actinidiaceae	<i>Saurauia harlingii</i> Soejarto	0.34	0.50	0.71	0.52	0.34	4.34
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34
Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.) A.DC.	0.34	0.50	0.45	0.43	0.34	4.34
Monimiaceae	<i>Siparuna ovalis</i> (Ruiz & Pav.) A.DC.	0.69	0.50	0.71	0.63	0.69	8.68
Solanaceae	<i>Solanum oblongifolia</i> Dunal	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34
Solanaceae	<i>Solanum sp.1</i>	0.34	0.50	0.14	0.33	0.34	4.34
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	0.34	0.50	0.63	0.49	0.34	4.34
Magnoliaceae	<i>Talauma cifragans</i>	1.03	1.50	1.27	1.27	1.03	13.02
Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) D.J. Mitch.	0.34	0.50	0.34	0.39	0.34	4.34
Melastomataceae	<i>Tibuchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	1.03	0.50	0.65	0.73	1.03	13.02
Meliaceae	<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.	0.34	0.50	0.00	0.28	0.34	4.34

Anexo 1... Continuación

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/Ha
Staphyliaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	0.69	1.00	0.57	0.75	0.69	8.68
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	2.76	1.50	0.66	1.64	2.76	34.72

Anexo 2. Parámetros ecológicos en área de intervención leve (Q3)

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/Ha
Mimosaceae	<i>Abarema Killipii</i> (Britton & Rose ex Britton & Killipii)	0.25	0.44	0.37	0.35	0.25	4.34
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	1.27	1.31	1.51	1.36	1.27	21.70
Euphorbiaceae	<i>Alchornea pearcei</i> Britton	2.79	2.62	3.29	2.90	2.79	47.74
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp.	0.25	0.44	0.19	0.29	0.25	4.34
Lytraceae	<i>Alzatea verticillata</i> Ruiz & Pav	0.51	0.44	0.50	0.48	0.51	8.68
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	0.51	0.44	0.34	0.43	0.51	8.68
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	0.51	0.44	0.15	0.36	0.51	8.68
Myrtaceae	<i>Calyptanthes bipennis</i>	0.25	0.44	0.15	0.28	0.25	4.34
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Triana & Planch.	0.51	0.44	1.22	0.72	0.51	8.68
Theaceae	<i>Clusia duroides</i> Engl.	2.28	1.75	2.61	2.21	2.28	39.06
Theaceae	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	4.06	3.06	4.46	3.86	4.06	69.44
Araliaceae	<i>Dendropanax macropodus</i> (Harms) Harms	1.52	0.87	1.48	1.29	1.52	26.04
Arecaceae	<i>Dictyocarium lamarckianum</i> (Mart.) H. Wendl.	0.51	0.44	1.45	0.80	0.51	8.68
Rubiaceae	<i>Elaeagia</i> sp.	0.51	0.87	0.83	0.74	0.51	8.68
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i> Nees	0.76	0.87	0.42	0.69	0.76	13.02
Lauraceae	<i>Endlicheria</i> sp	0.25	0.44	0.38	0.36	0.25	4.34
Lecythidaceae	<i>Eschweleira</i> sp.	1.27	1.75	0.93	1.32	1.27	21.70
Lauraceae	<i>Eugenia</i> sp.	2.54	2.18	2.78	2.50	2.54	43.40
Moraceae	<i>Ficus subandina</i> Dugand	0.51	0.87	1.18	0.85	0.51	8.68
Melastomataceae	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.) Triana	7.11	3.93	9.93	6.99	7.11	121.53
Meliaceae	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	0.76	0.44	1.14	0.78	0.76	13.02
Chloranthaceae	<i>Hedyosmun scabrum</i> (Ruiz & Pav.)	6.60	3.49	4.74	4.94	6.60	112.85
Chloranthaceae	<i>Hyeronima asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	0.25	0.44	0.94	0.54	0.25	4.34
Chloranthaceae	<i>Hyeronima moritziana</i> (Mull y Arg.) Pax & K. Hoffm.	3.81	2.62	4.85	3.76	3.81	65.10
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	0.76	1.31	0.46	0.84	0.76	13.02
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp. 2	0.25	0.44	0.12	0.27	0.25	4.34
Mimosaceae	<i>Inga</i> sp.	0.25	0.44	0.18	0.29	0.25	4.34
Sapindaceae	<i>Matayba</i> sp.	3.30	3.06	2.52	2.96	3.30	56.42
Melastomataceae	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	1.27	1.31	0.90	1.16	1.27	21.70
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	1.02	0.87	0.44	0.78	1.02	17.36
Melastomataceae	<i>Miconia quadripora</i> Wurdack	0.51	0.87	0.46	0.61	0.51	8.68
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	3.81	3.06	3.18	3.35	3.81	65.10
Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	0.76	0.87	0.47	0.70	0.76	13.02

Anexo 2... Continuación

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/Ha
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	0.76	0.87	0.69	0.78	0.76	13.02
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.1</i>	1.02	0.87	1.29	1.06	1.02	17.36
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.2</i>	0.25	0.44	0.38	0.36	0.25	4.34
Myrsinaceae	<i>Myrsine andina</i>	1.02	1.31	0.72	1.02	1.02	17.36
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. Ex Roem. & Schult</i>	2.79	3.06	2.85	2.90	2.79	47.74
Moraceae	<i>Naucleopsis glabra Sprucei ex Pittier</i>	0.51	0.87	0.08	0.49	0.51	8.68
Lauraceae	<i>Nectandra laurel Nees.</i>	0.25	0.44	0.18	0.29	0.25	4.34
Lauraceae	<i>Nectandra lineatifolia (Ruiz & Pav.) Mez</i>	0.51	0.87	0.34	0.57	0.51	8.68
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	0.25	0.44	0.14	0.28	0.25	4.34
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata (Ruiz & Pav.) Mez</i>	0.76	0.87	0.97	0.87	0.76	13.02
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	0.51	0.87	0.53	0.64	0.51	8.68
Lauraceae	<i>Nectandra sp.1</i>	4.82	4.37	6.45	5.21	4.82	82.47
Lauraceae	<i>Nectandra sp.2</i>	0.76	0.87	0.84	0.82	0.76	13.02
Lauraceae	<i>Nectandra sp.3</i>	0.51	0.44	1.35	0.76	0.51	8.68
Lauraceae	<i>Nectandra subbullata Rohwer</i>	0.25	0.44	0.28	0.32	0.25	4.34
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	0.25	0.44	0.09	0.26	0.25	4.34
Rubiaceae	<i>Palicouria sp.</i>	3.55	2.18	1.92	2.55	3.55	60.76
Rubiaceae	<i>Palicouria sp.3</i>	1.02	0.44	0.75	0.73	1.02	17.36
Rubiaceae	<i>Palicouria sp.4</i>	1.27	0.44	0.71	0.81	1.27	21.70
Lauraceae	<i>Persea ferruginea Kunth.</i>	0.76	1.31	0.91	0.99	0.76	13.02
Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	0.25	0.44	0.08	0.26	0.25	4.34
Lauraceae	<i>Persea sp.1</i>	1.02	1.75	1.18	1.31	1.02	17.36
Lauraceae	<i>Persea sp.2</i>	0.51	0.44	0.25	0.40	0.51	8.68
Lauraceae	<i>Persea sp.3</i>	0.25	0.44	0.08	0.26	0.25	4.34
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius D.Don ex Lamb.</i>	1.02	0.87	0.35	0.75	1.02	17.36
Myrsine Coriacea	<i>Primulaceae</i>	0.25	0.44	0.15	0.28	0.25	4.34
Rosaceae	<i>Prunus huantensis Pilg.</i>	0.51	0.87	0.10	0.49	0.51	8.68
Rosaceae	<i>Prunus opaca (Benth.) Walp.</i>	1.27	0.87	2.24	1.46	1.27	21.70
Rosaceae	<i>Prunus sp.</i>	0.76	0.87	0.76	0.80	0.76	13.02
Ericaceae	<i>Psammisia guianensis Klotzsch</i>	0.25	0.44	0.02	0.24	0.25	4.34
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	0.51	0.87	0.39	0.59	0.51	8.68
Cyrtillaceae	<i>Purdiaea nutans Planch.</i>	1.78	2.18	3.34	2.43	1.78	30.38
Rubiaceae	<i>Pyramidalis Standl.</i>	0.51	0.87	0.20	0.53	0.51	8.68
Annonaceae	<i>Rollinia sp.</i>	0.25	0.44	0.14	0.28	0.25	4.34
Meliaceae	<i>Ruagea pubesens H.Karst.</i>	1.27	1.31	1.05	1.21	1.27	21.70
Actinidiaceae	<i>Saurauria harlinguii Soejarto</i>	0.25	0.44	0.00	0.23	0.25	4.34
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	2.54	3.93	1.54	2.67	2.54	43.40
Araliaceae	<i>Schefflera sp. Nov.</i>	0.25	0.44	0.14	0.28	0.25	4.34
Rubiaceae	<i>Stilpnophyllum oellgaardii L. Andersson</i>	1.78	1.31	2.27	1.78	1.78	30.38
Theaceae	<i>Ternstroemia luquillensis Knug.</i>	0.76	1.31	0.19	0.76	0.76	13.02
Meliaceae	<i>Trichilia maynaciana C. DC.</i>	0.51	0.44	1.11	0.68	0.51	8.68

Anexo 2... Continuación

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/Ha
Caprifoliaceae	<i>Viburnun sp.</i>	0.25	0.44	0.28	0.32	0.25	4.34
Cunnoniaceae	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	0.51	0.87	0.53	0.64	0.51	8.68
Cunnoniaceae	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	1.02	1.31	1.00	1.11	1.02	17.36
Cunnoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth.	1.02	1.31	0.57	0.97	1.02	17.36

Anexo 3. Parámetros ecológicos en área de referencia (Q2)

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/Ha
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	0.42	0.57	0.73	0.57	0.42	4.34
Sapindaceae	<i>Allophylus sp</i>	0.42	0.57	0.49	0.49	0.42	4.34
Lytraceae	<i>Alzatea verticillata</i> Ruiz & Pav.	0.84	1.14	0.92	0.97	0.84	8.68
Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	0.84	1.14	0.82	0.93	0.84	8.68
Schefflera Sp.	<i>Araliaceae</i>	0.42	0.57	0.16	0.38	0.42	4.34
Cecropiaceae	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	0.84	1.14	0.88	0.95	0.84	8.68
Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	0.42	0.57	2.17	1.05	0.42	4.34
Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	0.42	0.57	0.00	0.33	0.42	4.34
Icacinaceae	<i>Citronella sp.</i>	0.42	0.57	0.39	0.46	0.42	4.34
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	0.84	0.57	1.37	0.93	0.84	8.68
Clusiaceae	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	0.84	1.14	1.59	1.19	0.84	8.68
Asteraceae	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	2.09	2.29	1.19	1.86	2.09	21.70
Rubiaceae	<i>Elaeagia sp.</i>	0.42	0.57	1.44	0.81	0.42	4.34
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i> (Goudot) Wedd.	0.84	1.14	1.00	0.99	0.84	8.68
Grossulariaceae	<i>Escallonia sp.</i>	0.42	0.57	0.31	0.43	0.42	4.34
Lecythidaceae	<i>Eschweleira sp.</i>	2.09	2.29	1.54	1.97	2.09	21.70
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.</i>	1.26	1.14	1.29	1.23	1.26	13.02
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	0.84	1.14	2.57	1.52	0.84	8.68
Clusiaceae	<i>Garcinia sp.</i>	0.42	0.57	0.70	0.56	0.42	4.34
Melastomataceae	<i>Graffenrieda emarginata</i> (Ruiz & Pav.) Triana	3.77	1.71	4.41	3.30	3.77	39.06
Melastomataceae	<i>Graffenrieda sp.</i>	1.26	1.71	1.37	1.45	1.26	13.02
Meliaceae	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	0.84	1.14	2.05	1.34	0.84	8.68
Meliaceae	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	2.93	2.29	3.31	2.84	2.93	30.38
Meliaceae	<i>Guarea pubescens</i> (Rich.) A. Juss.	0.42	0.57	0.27	0.42	0.42	4.34
Meliaceae	<i>Guarea subandina</i> W. Palacios	1.26	1.14	0.48	0.96	1.26	13.02
Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	0.84	1.14	0.70	0.89	0.84	8.68
Chlorantaceae	<i>Hdyosmun goudotianum</i> Solms	3.35	3.43	3.04	3.27	3.35	34.72
Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	1.67	1.71	2.86	2.08	1.67	17.36
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima moritziana</i> (Mull y Arg.) Pax & K. Hoffm.	0.84	0.57	1.84	1.08	0.84	8.68
Mimosaceae	<i>Inga acreana</i> Harms.	1.26	1.14	1.13	1.18	1.26	13.02
Mimosaceae	<i>Inga sp.</i>	0.42	0.57	0.23	0.41	0.42	4.34
Rubiaceae	<i>Isertia laevis</i> (Triana) B.M. Boom	0.42	0.57	0.34	0.44	0.42	4.34

Anexo 3... Continuación

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/ha
Sabiaceae	<i>Meliosma sp.</i>	0.84	1.14	0.42	0.80	0.84	8.68
Melastomataceae	<i>Meriania cf. Hexamera</i> Sprague	0.42	0.57	0.62	0.54	0.42	4.34
Melastomataceae	<i>Miconia calophylla</i>	2.09	1.14	0.93	1.39	2.09	21.70
Melastomataceae	<i>Miconia penningtonii</i> Wurdack	1.26	1.14	0.27	0.89	1.26	13.02
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0.42	0.57	0.32	0.44	0.42	4.34
Melastomataceae	<i>Miconia quadripora</i> Wurdack	1.67	1.71	2.32	1.90	1.67	17.36
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	2.51	2.29	1.59	2.13	2.51	26.04
Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cong.	0.42	0.57	0.20	0.40	0.42	4.34
Sapotaceae	<i>Micropholis guayanensis</i> (A.DC) Pierre	0.42	0.57	1.35	0.78	0.42	4.34
Moraceae	<i>Morus insignis</i> Bureau	0.42	0.57	0.55	0.51	0.42	4.34
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	1.26	1.14	0.49	0.96	1.26	13.02
Myrsinaceae	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	1.26	1.14	1.12	1.17	1.26	13.02
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriaceae</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult	2.93	2.29	2.75	2.65	2.93	30.38
Moraceae	<i>Naucleopsis glabra</i> Sprucei ex Pittier	0.84	1.14	0.14	0.71	0.84	8.68
Lauraceae	<i>Nectandra lineatifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	1.67	1.14	1.66	1.49	1.67	17.36
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	2.51	1.14	3.14	2.27	2.51	26.04
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	1.26	1.14	0.57	0.99	1.26	13.02
Lauraceae	<i>Nectandra subullata</i> Rohwer	1.26	1.71	2.23	1.73	1.26	13.02
Nyctaginaceae	<i>Neea sp.</i>	1.67	2.29	3.09	2.35	1.67	17.36
Rubiaceae	<i>Palicouria sp.1</i>	2.51	2.86	0.79	2.05	2.51	26.04
Rubiaceae	<i>Palicouria sp.2</i>	4.60	4.00	2.42	3.67	4.60	47.74
Piperaceae	<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) A.Dietr.	0.42	0.57	0.36	0.45	0.42	4.34
Lauraceae	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	0.84	0.57	0.62	0.67	0.84	8.68
Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	4.18	3.43	4.72	4.11	4.18	43.40
Piperaceae	<i>Piper ecuadorenses</i> Sodiro	0.42	0.57	0.21	0.40	0.42	4.34
Piperaceae	<i>Piper marequitense</i> C. DC.	0.42	0.57	0.00	0.33	0.42	4.34
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	0.42	0.57	0.32	0.44	0.42	4.34
Piperaceae	<i>Piperaceae</i>	1.67	1.71	0.47	1.29	1.67	17.36
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	0.84	0.57	0.00	0.47	0.84	8.68
Rosaceae	<i>Prunus huantensis</i> Pilg.	0.84	1.14	0.50	0.83	0.84	8.68
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	0.42	0.57	0.32	0.44	0.42	4.34
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	0.42	0.57	0.40	0.46	0.42	4.34
Cyrtillaceae	<i>Purdiaea nutans</i> Planch	0.42	0.57	0.24	0.41	0.42	4.34
Lecythidaceae	<i>Rhodostemonodaphne sp.</i>	0.42	0.57	0.36	0.45	0.42	4.34
Annonaceae	<i>Rollinia sp.</i>	0.84	1.14	0.56	0.85	0.84	8.68
Meliaceae	<i>Ruagea pubesens</i> H.Karst.	0.42	0.57	0.24	0.41	0.42	4.34
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0.42	0.57	2.55	1.18	0.42	4.34
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	0.42	0.57	0.19	0.39	0.42	4.34
Rubiaceae	<i>Stilpnophyllum oellgaardii</i> L. Andersson	1.26	1.14	1.10	1.17	1.26	13.02
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	0.84	0.57	1.05	0.82	0.84	8.68
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G: Nicholson	0.42	0.57	0.81	0.60	0.42	4.34

Anexo 3... Continuación

Familia	Especie	Ab (%)	Fr (%)	Dm (%)	IVI (%)	D (%)	Ind/ha
Meliaceae	<i>Trichilia maynasiana</i> C. DC.	0.42	0.57	1.08	0.69	0.42	4.34
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	0.42	0.57	0.59	0.52	0.42	4.34
Caprifoliaceae	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth	2.09	1.14	3.33	2.19	2.09	21.70

Anexo 4. Incremento periódico y número de individuos por unidad de muestreo en las áreas intervenidas y el testigo.

PARCELA	INTERVENCIÓN FUERTE							INTERVENCIÓN LEVE							ÁREA TESTIGO						
	No	Inc1	Inc2	Inc3	Inc4	IncT	±S	No	Inc1	Inc2	Inc3	Inc4	IncT	±S	No	Inc1	Inc2	Inc3	Inc4	IncT	±S
A	24	6.50	7.18	3.99	16.29	4.48	3.13	33	5.36	3.18	3.07	5.91	2.32	2.63	9	7.19	5.74	12.53	8.66	3.41	2.52
B	18	3.67	3.94	5.04	8.61	2.33	2.05	20	4.84	2.09	3.18	5.73	2.14	2.75	10	1.81	1.71	0.51	2.36	0.64	0.61
C	17	4.83	4.06	6.95	6.73	3.24	2.54	16	7.50	3.36	5.59	7.03	3.78	2.53	11	2.10	2.85	3.83	5.85	2.53	3.44
D	12	3.75	2.91	3.94	4.66	3.65	2.81	22	4.59	2.14	1.12	7.07	1.82	2.59	16	1.41	4.06	4.69	7.69	5.33	4.9
E	20	3.53	4.63	6.68	13.96	2.59	2.89	27	5.89	3.05	2.85	5.00	3.08	3.38	12	3.52	2.53	4.30	4.31	1.60	1.3
F	14	4.46	4.77	5.31	8.78	3.19	3.16	24	10.9	6.61	3.05	4.98	3.32	3.84	20	2.02	4.75	6.14	4.82	1.77	1.38
G	13	5.82	3.80	10.00	13.53	4.15	2.04	21	2.75	2.38	2.67	4.10	3.14	3.57	17	2.58	1.75	4.14	6.27	3.81	3.72
H	16	5.00	3.99	7.09	11.14	4.77	3.51	20	7.31	2.19	5.72	12.39	3.18	3.35	17	3.62	3.61	3.13	3.92	3.04	3.53
I	13	4.38	4.78	4.53	33.48	4.78	3.73	20	1.55	1.46	2.51	2.84	1.72	2.94	10	3.86	2.33	6.22	6.74	2.77	3.25
J	16	7.86	7.36	5.77	10.09	3.61	3.23	20	2.16	3.16	3.12	3.21	2.86	3.87	9	1.81	13.1	1.42	1.52	6.05	4.44
K	11	7.70	2.50	4.30	4.57	2.83	3.54	14	1.09	1.67	2.59	4.14	0.94	0.86	9	3.04	2.94	3.43	7.45	2.09	2.11
L	17	5.47	3.67	6.94	6.99	2.78	2.14	21	1.98	2.34	4.38	3.55	2.09	3.22	---	---	---	---	---	---	---
M	10	4.44	6.43	5.00	7.83	4.21	3.30	24	1.24	3.99	1.26	2.53	2.68	3.07	5	3.57	6.68	6.77	6.60	2.44	1.91
N	7	4.20	2.60	5.25	2.13	4.58	4.22	30	4.24	2.57	2.98	3.06	1.98	2.17	13	5.31	3.96	7.93	6.46	2.72	2.52
O	31	2.13	2.53	3.91	5.17	2.21	2.63	26	3.98	1.76	2.49	4.60	1.61	1.68	7	2.64	5.49	7.16	12.5	4.25	4.56
P	9	5.25	4.13	7.57	9.10	4.18	3.11	35	1.98	3.24	4.56	5.48	1.98	2.16	7	1.62	7.32	8.01	8.17	3.14	2.44
Q	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6	8.23	2.25	2.80	3.32	2.65	2.67
R	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	7	1.94	4.11	2.92	1.86	1.97	2.4
S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	11	2.43	2.94	4.15	10.5	3.38	3.3
T	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	18	1.13	1.61	2.99	3.08	2.45	3.36

No: número de individuos; Inc1: Incremento periodo 2003 – 2004; Inc2: incremento periodo 2004 – 2008; Inc3: incremento periodo 2008 – 2012; Inc4: incremento 2012 – 2014; IncT: incremento periodo 2004 – 2014; ±S: desviación estándar.

Anexo 5. Fotografías



Figura 28. Identificación del área de estudio en la Estación Científica San Francisco



Figura 29. Individuos evaluados (5 – 20 cm DAP)



Figura 30. Colección de variables en los sitios de estudio