

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del
Cantón Cuenca, Provincia del Azuay”**

*Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniero Agrónomo*

AUTORES:

Braulio Vicente Tepán Vizhco
Cristian Alejandro Toledo Tibipa

DIRECTOR: Ing. Ángel Oswaldo Jadán Maza M. Sc.

CUENCA – ECUADOR

2016



RESUMEN

El abandono de tierras perturbadas por actividades humanas ha provocado la formación de bosques secundarios. Estos ecosistemas poseen grandes atributos ecológicos. Los objetivos de la investigación fueron: 1) Identificar tipos de bosques a nivel local y su relación con variables ambientales y, 2) Cuantificar la riqueza, diversidad florística y estructura arbórea y arbustiva en diferentes tipos de bosques secundarios andinos ubicados en tres sitios de provisión hídrica (Pillachiquir, Gañadel e Irquis). Para identificar los bosques se aplicó métodos multivariados utilizando parámetros de la vegetación como la composición de especies y el índice de valor de importancia (IVI). En las parcelas correspondientes a los bosques identificados se evaluaron los individuos de las especies arbóreas, arbustivas y helechos arbóreos $\geq 5,0$ cm de DAP. Se relacionó las variables de clima y altitud con los bosques identificados a través del análisis de componentes principales. Se analizaron parámetros de diversidad, riqueza de especies y estructura de la vegetación. Estos parámetros fueron comparados a nivel de bosques mediante análisis de medias ANDEVAs ($P < 0,05$). Según los resultados se identificaron tres tipos de bosques, diferentes florísticamente. El bosque tres (B3) a nivel de fustales presentó mayores valores de riqueza de especies, abundancia, área basal y especies esciófitas en comparación a los bosques uno y dos (B1 y B2). Estos últimos bosques registraron mayor riqueza de especies heliófitas durables y efímeras por lo que fueron considerados de sucesión temprana. Concluimos que, con base a los parámetros de riqueza, estas micro-cuencas se constituyen de alta importancia ecológica en las áreas de interés hídrico.

Palabras claves: BOSQUES SECUNDARIOS, TIPOS DE BOSQUE, SUCESION TEMPRANA, PROVISION HIDRICA, ALTITUD, INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA.



ABSTRACT

The abandonment of lands disturbed by human activities has led to the formation of secondary forests. These ecosystems possess great ecological attributes. The objectives of the present investigation were: 1) Identify types of forests at the local level and their relationship with environmental variables and, 2) Quantify the richness, floristic diversity, tree and shrub structure in different types of Andean secondary forests located in three sites of water supply (Pillachiquir, Gañadel and Irquis). To identify forests, multivariate methods were applied using the parameters of the vegetation as the composition of the species and the value of importance (IVI). The variables of climate and altitude were related to the identified forests through the analysis of main components. In the plots corresponding to the identified forests, the individuals of the arboreal, shrub and tree fern species $\geq 5,0$ cm of DBH were evaluated. Parameters of diversity, species richness and vegetation structure were analyzed. These parameters were compared at the forest level by means of analysis of ANDEVAs ($P < 0.05$). According to the results, three types of forests were identified, floristically different. The forest three (B3) to level of fustales present higher values of species richness, abundance, basal area and shade tolerant species compared the forest one and two (B1 and B2). In these last forest is recorded greater wealth of heliophilous durable and ephemeral species so they were considered early successional. We conclude that, based on the parameters of wealth, these micro-basins constitute of high ecological importance in the areas of water interest.

Keywords: SECONDARY FORESTS, FOREST TYPES, EARLY SUCCESSIONAL, WATER PROVISION, ALTITUDE, IMPORTANCE VALUE INDEX.



INDICE

1. INTRODUCCIÓN 15

2. JUSTIFICACIÓN 17

3. OBJETIVOS 18

3.1. Objetivo General 18

3.2. Objetivos Específicos 18

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 18

5. REVISIÓN DE LITERATURA 18

5.1. Composición florística, parámetros ecológicos, diversidad y similitud, estructura de bosques y gremios ecológicos 18

5.1.1. Composición florística 18

5.1.2. Parámetros ecológicos 18

5.1.3. Índice de diversidad y similitud 20

5.1.4. Estructura de bosques 23

5.1.5. Gremios Ecológicos 24

6. BOSQUES ANDINOS 26

6.1.1. Estado actual de los bosques secundarios andinos 26

6.1.2. Relación de la deforestación con la formación de tipos de bosques 27

6.1.3. Riqueza y diversidad florística en los bosques tropicales 27

6.1.4. Estructura de la vegetación en los bosques tropicales 29

7. MATERIALES Y MÉTODOS 30

7.1. Ubicación y descripción del área de estudio 30

7.2. Selección de los sitios de investigación, muestreo e inventario florístico 31

7.3. Identificación de tipos de bosques (primer objetivo específico) 32

7.4. Variables topográficas y ambientales 33



7.5. Composición florística, riqueza, diversidad y estructura (segundo objetivo específico) 33

8. RESULTADOS 34

8.1. Identificación de tipos de bosques (primer objetivo específico)..... 34

8.1.1. Especies con mayor valor de importancia (IVI) por cada tipo de bosque ... 35

8.1.2. Tipos de bosques y variables ambientales 38

8.1.3. Relación entre parámetros de la vegetación con variables ambientales 38

8.2. Riqueza y diversidad florística (segundo objetivo específico) 39

8.2.1. Composición florística a nivel de estrato en los tipos de bosques..... 39

8.2.2. Diversidad alfa..... 41

8.2.3. Diversidad beta 42

8.3. Estructura arbórea y arbustiva (segundo objetivo específico) 45

8.3.1. Evaluación de la estructura horizontal..... 45

8.3.2. Riqueza de especies por gremios ecológicos 47

8.3.3. Evaluación de clases diamétricas 49

8.3.4. Especies suprimidas, codominantes y dominantes 50

9. DISCUSION 52

9.1. Composición florística y tipos de bosque 52

9.2. Tipos de bosques y variables ambientales..... 52

9.3. Tipos de bosques, variación en la diversidad y estructura. 53

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 55

10.1. Conclusiones..... 55

10.2. Recomendaciones..... 55

11. BIBLIOGRAFÍA 57

12. ANEXOS 65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas de estudio en el Cantón Cuenca de la provincia del Azuay.	30
Figura 2. Dendrograma de tipos de bosques identificados en parcelas de 500 m ² en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca.....	35
Figura 3. Análisis de componentes principales de ordenamiento, correlación y asociación entre las variables ambientales con los tipos de bosques identificados en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca	39
Figura 4. Promedios (\pm error estándar) para composición florística a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques identificados en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m ²	41
Figura 5. Promedios (\pm error estándar) para índices de diversidad, para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m ²	42
Figura 6. Índice de diversidad beta (Jaccard y Sorensen) para los tres tipos de bosques.....	44
Figura 7. Diagrama de especies exclusivas, compartidas en Índice de similitud de Sorensen entre los tres tipos de bosques identificados	44
Figura 8. Promedios (\pm error estándar) de la abundancia para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m ²	46
Figura 9. Promedios (\pm error estándar) del área basal para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m ² . .	47
Figura 10. Promedios (\pm error estándar) para gremios ecológicos a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m ²	49



Figura 11. Distribuciones de clases diamétricas para densidad (N/ha-1) y área basal (G/ha-1) en los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos 50

Figura 12. Distribución de las clases de altura en los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos..... 51



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables ambientales en los tres sitios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) de investigación..... 32

Cuadro 2. Número de familias, géneros y especies en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis. 34

Cuadro 3. Valores del análisis de similitud (ANOSIM) entre los tipos de bosques identificados en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca. 35

Cuadro 4. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) de diez especies con el mayor peso ecológico por tipo de bosque (B) en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca. 37

Cuadro 5. Promedios de las variables ambientales registradas en parcelas de 500 m² en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca. 38

Cuadro 6. Valores promedios (\pm error estándar) para composición florística a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques identificados en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². 40

Cuadro 7. Valores (\pm error estándar) para los índices de diversidad para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². 42

Cuadro 8. Especies compartidas entre los tres tipos de bosques identificados. ... 43

Cuadro 9. Valores promedios (\pm error estándar) de abundancia y área basal para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². 45

Cuadro 10. Valores promedios (\pm error estándar) para gremios ecológicos a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². 48



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Inventario florístico en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis. 65

Anexo 2. Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis..... 68

Anexo 3. Sitios de estudio en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca..... 77

Anexo 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) de cinco especies con el mayor peso ecológico en los tres tipos de bosques en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis. 79

Anexo 5. Distribución de individuos de acuerdo a la categorización de alturas en los tres tipos de bosques en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis. 81



Clausula de derechos de autor

Yo Braulio Vicente Tepán Vizhco, autor de la tesis “**Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Agrónomo. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Diciembre del 2016

Braulio Vicente Tepán Vizhco

C.I: 0104660980



Clausula de derechos de autor

Yo Cristian Alejandro Toledo Tibipa, autor de la tesis “**Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Agrónomo. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Diciembre del 2016

Cristian Alejandro Toledo Tibipa

C.I: 1400947808



Clausula de propiedad intelectual

Yo, Braulio Vicente Tepán Vizhco, autor de la tesis “**Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Diciembre del 2016

A handwritten signature in blue ink, reading 'Braulio Vicente Tepán Vizhco'.

Braulio Vicente Tepán Vizhco

C.I: 0104660980



Clausula de propiedad intelectual

Yo, Cristian Alejandro Toledo Tibipa, autor de la tesis “**Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Diciembre del 2016

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Cristian Alejandro Toledo Tibipa

C.I: 1400947808



AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado de mucho esfuerzo y dedicación, por eso al culminarlo queremos agradecer...

A Dios, quien nos dio la fe, salud y fortaleza para terminar este trabajo.

A nuestros padres, hermanos y demás familiares, quienes durante nuestro trayecto estudiantil nos han apoyado y motivado para lograr nuestra formación académica.

A todos los profesores, quienes nos han forjado como profesionales en esta etapa universitaria, brindándonos todos sus conocimientos.

A nuestro director de tesis Ing. Ángel Oswaldo Jadán Maza M. Sc., quien nos dio la confianza para ser parte en su proyecto, por los conocimientos compartidos, por su paciencia, tiempo y dedicación, permitiendo culminar de la mejor manera nuestra investigación.

Al Ing. Hugo Cedillo M. Sc., por habernos brindado su confianza y apoyo incondicional, a su vez gestionando de manera eficiente los recursos necesarios a través del Departamento de Vinculación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para la realización de nuestra investigación.

Al Ing. Pedro Zea M. Sc., quien nos apoyó con el talento humano para la realización del trabajo de campo.

Al Dr. Carlos Vaca, por su gestión y apoyó a nuestro proyecto a través del Departamento de Vinculación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Al Ing. Ángel Peralta y demás técnicos de ETAPA – EP dentro del programa MICPA, por el apoyo en todo momento a lo largo de nuestra investigación.

A los miembros del tribunal, Blga. Ximena Palomeque PhD., Blgo. Alfredo Martínez PhD. e Ing. Juan Pablo Iñamagua M. Sc., por sus respectivas observaciones y recomendaciones en nuestra investigación.

A nuestros amigos y compañeros que estuvieron a nuestro lado toda nuestra vida universitaria.



DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Luis y María, quienes me brindaron su amor, por haberme inculcado principios y valores, y a la vez guiándome y apoyándome en el logro de mis metas.

A mi esposa María, por haberme apoyado de manera incondicional en todos los momentos.

A mis hijos Ronald y Araceli, siendo ellos mi fortaleza y motivación para salir adelante en todas mis metas propuestas.

A mi hermana Hilda, por haberme brindado su apoyo incondicional.

A mis familiares y amigos, por haberme apoyado de alguna manera en los momentos difíciles.

Braulio

Dedico este trabajo de tesis a mis padres Irene y Raúl, quienes son parte importante de mi vida y que gracias a su apoyo y sus consejos pude cumplir una de mis metas que era estudiar la universidad.

A mis hermanos Oswaldo, Stalin y Lizbeth que son parte fundamental de mi vida y de los que he recibido su apoyo y su cariño.

A Narcisa Quizhpi por ser un apoyo incondicional en los momentos más difíciles y que gracias a su ayuda y sus consejos me permitió seguir adelante y no dejarme vencer.

Cristian



1. INTRODUCCIÓN

Los Andes ecuatorianos forman parte de los diez puntos más calientes o “Hotspots” del planeta debido a la gran biodiversidad y endemismo que poseen, además de las grandes pérdidas y fragmentación de su paisaje natural, ocasionado en su mayoría por la acción antrópica (Myers *et al.*, 2000). Los bosques tropicales andinos son ecosistemas naturales y ricos en diversidad florística (Bussmann, 2004). Sin embargo, todo su potencial no ha sido investigado especialmente en provincias australes como el Azuay y Cañar. Históricamente, han existido grandes procesos de colonización y expansión de la frontera agrícola que han ocasionado la degradación, fragmentación y pérdida de los bosques naturales (Sierra, 2013).

Según Reganold *et al.* (1987) y Bommarco *et al.* (2013) la aplicación de prácticas convencionales de cultivo intensivo en la región andina, especialmente en zonas con factores limitantes como fuertes pendientes y suelos poco profundos, han provocado la infertilidad de los suelos agrícolas. Estos fenómenos han provocado el avance de la frontera agrícola en busca de nuevas áreas con aptitud y también el abandono de sitios donde hace algunos años y décadas se emprendía actividades productivas como la agricultura y ganadería (Rudel & Horowitz, 2013).

Articulado a procesos de degradación de los recursos naturales, en zonas rurales del Ecuador y otros países de Latinoamérica la migración ha disminuido la población rural, lo que ha provocado el abandono de campos agrícolas y pecuarios (Gray & Bilsborrow, 2014). La vegetación de las zonas abandonadas empiezan un proceso de regeneración natural o restauración ecológica pasiva que implica un beneficio importante para la mitigación ambiental y conservación de la biodiversidad (Gray & Bilsborrow, 2014).

Muchas de estas áreas abandonadas y sometidas naturalmente a procesos de sucesión secundaria, conjuntamente con factores ambientales y edáficos, han formado bosques o comunidades vegetales, donde la vegetación natural y composición florística se modifica cronológicamente. Sin embargo información respecto a su diversidad taxonómica, funcionalidad y estructura es muy escasa e incierta, lo que no permite emprender procesos de manejo y conservación de manera efectiva. (Chain-Guadarrama *et al.*, 2012; Homeier *et al.*, 2010).



Los procesos de sucesión secundaria presentan rasgos comunes en regiones tropicales andinas, pero varía de una localidad a otra dependiendo de las condiciones del lugar y el tipo e intensidad de perturbación (Finegan, 1996; Guariguata & Ostertag, 2001). También influyen otros factores como la distancia al bosque original, fauna como dispersores de semillas, topografía y clima local que determinan la velocidad con la que el bosque se recupera (Günter *et al.*, 2007).

Ante la realidad, en el contexto local de los Andes Sur del Ecuador, es importante y necesario emprender procesos de investigación dentro de los bosques andinos de la provincia del Azuay. Para ellos se han establecido parcelas permanentes que ha permitido conocer a nivel local la riqueza y diversidad de la vegetación existente en bosques secundarios altoandinos. De ésta manera se pretende obtener una línea base de investigación que sirva para realizar investigaciones a futuro para conocer la funcionalidad de estos ecosistemas forestales, direccionados a brindar servicios ecosistémicos.



2. JUSTIFICACIÓN

Los procesos de sucesión secundaria han sido validados en la Amazonía, Andes del Sur del Ecuador y Centroamérica, como favorables para la recuperación y restauración ecológica (Bussmann, 2004; Chazdon, 2008; Günter *et al.*, 2007; Lohbeck *et al.*, 2014). También se ha determinado que son importantes para diseñar estrategias de conectividad en paisajes fragmentados (Tambosi *et al.*, 2014). De la misma manera se ha evaluado la riqueza florística, documentando una gran diversidad de plantas vasculares pertenecientes a diferentes gremios ecológicos, las cuales cronológicamente cumplen roles específicos en los procesos de sucesión (Finegan *et al.*, 2013; Muñiz-Castro *et al.*, 2012).

Con el desarrollo de este proyecto se generó información respecto a los recursos florísticos de los bosques naturales sometidos a procesos de sucesión secundaria. Esto es importante y relevante en sitios poco o nada investigados ya que estos ecosistemas cumplen funciones ligadas a la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación hidrológica, conservación de la biodiversidad, fijación y almacenamiento de carbono.

En el contexto andino de la provincia del Azuay donde existe vegetación natural remanente dentro de las micro-cuencas de Pillachiquir, Gañadel e Irquis, es importante desarrollar investigaciones que permita evaluar y validar los recursos florísticos en especial de los bosques sometidos a procesos de sucesión secundaria en áreas abandonadas. Esto se argumenta, ya que son escenarios potenciales para recuperar sitios degradados y de importancia hidrológica. Este tipo de información permitirá determinar escenarios geográficos locales para indagar seguidamente funcionalidades de la vegetación (diversidad funcional) direccionadas a la provisión de bienes y servicios ecosistémicos.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Generar información sobre la composición florística, diversidad y estructura de la vegetación de bosques secundarios andinos, en la Región Sur del Ecuador.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar la presencia de tipos de bosques a nivel local y su relación con variables ambientales.
- Cuantificar la riqueza, diversidad florística y estructura arbórea y arbustiva en diferentes tipos de bosques secundarios andinos ubicados en tres sitios de provisión hídrica.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influye la composición florística y estructura en la determinación de los diferentes tipos de ecosistemas forestales?

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Composición florística, parámetros ecológicos, diversidad y similitud, estructura de bosques y gremios ecológicos

5.1.1. Composición florística

La composición florística, permite comparar la riqueza florística de un lugar con otro. Según Stevenson & Rodríguez (2008) la composición florística en los trópicos se ve influenciada por los siguientes factores: Ambientales como la precipitación, temperatura, viento, humedad ambiental y radiación. Edáficos con todas sus características físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Fauna donde los animales actúan como agentes de dispersión de semillas.

5.1.2. Parámetros ecológicos

Para realizar el estudio de composición florística es necesario considerar los siguientes parámetros ecológicos:



a) **Abundancia:** Hace referencia al número de individuos por especie, se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Melo & Vargas, 2003; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$Ab \% = \frac{ni}{N} x 100$$

Donde:

Ab % = Abundancia relativa.

ni = Número de individuos de la misma especie.

N = Número de individuos totales en la muestra.

b) **Dominancia:** También denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. Generalmente para evaluarla se emplean las áreas basales calculadas como valores de dominancia. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje. Los valores de frecuencia, abundancia y dominancia, pueden ser calculados no solo para las especies, sino que también, para determinados géneros, familias y formas de vida (Melo & Vargas, 2003; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Su ecuación es la siguiente:

$$D \% = \frac{Gi}{Gt} x 100$$

Donde:

D % = Dominancia relativa.

Gi = Área basal en m² para la misma especie.

Gt = Área basal total en m² del muestreo.

c) **Frecuencia:** Es la existencia o la falta de una especie en determinada parcela o sub-parcela. La frecuencia absoluta se expresa en porcentajes. La frecuencia relativa de una especie calculada como su porcentaje es la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Melo & Vargas, 2003; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Su fórmula es la siguiente:



$$Fr \% = \frac{Fi}{Ft} \times 100$$

Donde:

Fr % = Frecuencia relativa.

Fi = Frecuencia absoluta de la misma especie.

Ft = Total de las frecuencias en el muestreo.

d) Índice de Valor de Importancia: Robinson *et al.* (2003) manifiesta que el Índice de Valor de Importancia (IVI) es una medida de cuantificación para asignarle a cada especie su categoría de importancia. Este índice permite comparar el “peso ecológico” de cada especie dentro del tipo de bosque. Este índice mide el valor de las especies, con base a tres parámetros principales: abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa. Su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$IVI = Ab \% + D \% + Fr \%$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia.

Ab % = Abundancia relativa.

D % = Dominancia relativa.

Fr % = Frecuencia relativa.

5.1.3. Índice de diversidad y similitud

Los índices de diversidad y similitud permiten determinar las similitudes entre las diferentes comunidades y la riqueza florística de una zona, sea para restaurarla o conservarla. Además permite tomar acciones cuando una determinada especie está por extinguirse, de esta manera mitigar la pérdida de la biodiversidad. Según Moreno (2001) los índices de similitud son herramientas analíticas comunes en los análisis de comparación ecológica de las comunidades. Cada índice genera una respuesta diferente a cambios en la superposición de muestras. Los índices de diversidad son parámetros que resumen mucha información en un solo valor, permitiendo comparar diferentes comunidades o un mismo hábitat a través del tiempo, de manera rápida y sujeta a comprobación estadística (Moreno, 2001).

Diversidad alfa - Índice de Shannon: Este índice en ecología mide la heterogeneidad de especies en un ecosistema; el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. Cuando el índice se calcula para varias muestras, los índices se distribuyen de manera normal, lo que hace posible comparar el conjunto mediante el análisis de varianza y se recomienda para comparar hábitats diferentes (Melo & Vargas, 2003; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Su ecuación es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln (P_i)$$

Donde:

H' = Índice de Shannon.

S = Número total de especies (riqueza) en el muestreo.

P_i = Abundancia proporcional de la i -ésima especie.

a) Índice de Fisher: Establece que la riqueza de especies está en función del número de individuos muestreados, eliminando el efecto de la abundancia sobre la diversidad y por tanto permite hacer comparaciones entre parcelas o tipos de bosque (Fisher *et al.*, 1943; Melo & Vargas, 2003; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$S = \alpha(\log e) \left(1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

Donde:

S = Número de especies registradas en la muestra.

N = Total de individuos en la muestra.

α = Índice de diversidad.

b) Índice de Simpson: Expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Su fórmula para el cálculo es la siguiente:

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

Donde:

S = Índice de Simpson.

N = Número total de individuos.

ni = Número de individuos en la misma especie.

Para interpretar la diversidad existen valores para establecer una diversidad baja si se acerca a 0, y una diversidad alta valores que se acerquen a 1 (Smith & Smith, 2007).

c) Índice de Equidad o Equitatividad: Se refiere a la igualdad en las abundancias de las diferentes especies; y típicamente se evalúa tomando en cuenta el número de especies dominantes en relación con el número de especies pocas o nada comunes. Entonces, mientras mayor abundancia de especies haya en un sitio y mientras más homogénea sea su distribución, su diversidad será mayor (Sonco, 2014; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Su ecuación es la siguiente:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

E = Índice de equidad.

H' = Índice de Shannon.

S = Número total de especies.

d) Diversidad Beta - Índice de Jaccard: Este índice da igual peso a todas las especies compartidas en dos comunidades sin importar su abundancia. Por ende dan importancia incluso a las especies más raras (Magurran, 1988; Melo & Vargas, 2003). Su fórmula es la siguiente:

$$IJ = \frac{C}{A + B - C}$$

Donde:

IJ = Índice de Jaccard.

A = Número de especies presentes en la comunidad A.

B = Número de especies presentes en la comunidad B.

C = Número de especies presentes en ambas comunidades A y B.

e) Índice de Sorensen: Los coeficientes de similaridad han sido muy utilizados, especialmente para comparar comunidades con atributos similares. Son útiles para otro tipo de comparaciones, por ejemplo para comparar las comunidades de plantas de estaciones diferentes o micro sitios con distintos grados de perturbación (Lamprecht, 1990). Su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$IS = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

Donde:

IS = Índice de Sorensen.

A = Número de especies encontradas en la comunidad A.

B = Número de especies encontradas en la comunidad B.

C = Número de especies comunes en ambas comunidades A y B.

f) Diagrama de Venn: Permite determinar el número de especies que se encuentren compartidas entre los diferentes tipos de bosques o comunidades mediante los índices de Sorensen (Ricketts *et al.*, 2002).

5.1.4. Estructura de bosques

La estructura de la vegetación en los bosques tropicales expresa el ordenamiento espacial de la vegetación considerando variables como: la altura y diámetro de los ejes, los cuales están distribuidos por estratos (Finegan, 1993). Para su estudio se dividen en dos tipos de estructura:

a) Estructura horizontal: Evalúa el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque (Melo & Vargas, 2003). Determina al



arreglo espacial de los árboles cuya cuantificación se refleja por la distribución de individuos en clases diamétricas (Manzanero & Rivas, 2003). Las clases diamétricas se las obtiene a través del diámetro de cada individuo a la altura del pecho (DAP), es decir a 1,30 m de altura desde el nivel del suelo. Posteriormente se clasifica en estratos como son latizales y fustales (Pinelo, 2004). La distribución de las clases diamétricas ha sido utilizada para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales, su relación con los factores ambientales y su respuesta a diversos tipos de gestión (Caritat *et al.*, 1992).

Dentro de los bosques tropicales, especialmente en bosques secundarios altoandinos la estructura de la vegetación se diferencian en dos estados sucesionales como son: latizales: constituidos por árboles jóvenes con DAP entre 5 a 10 cm. El crecimiento en altura es máximo, ofreciendo protección y enriquecimiento al suelo. Fustales: formado por árboles con DAP ≥ 10 cm; el número de individuos se ven reducidos, el crecimiento se evidencia en el diámetro, pero cesando el crecimiento en altura (Ríos, 2008).

b) Estructura vertical: Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel (Bourgeron, 1983). Lo anterior sugiere que la evaluación de la estructura vertical se la debe considerar de forma diferente a la que presentan los bosques de las zonas templadas. Los bosques templados presentan una estructura poblacional inversa a la de los bosques tropicales, es decir pocas especies representadas cada una por un número elevado de individuos, generando estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo. En los bosques tropicales frecuentemente presentan tres niveles de estratificación que corresponde al estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo (Kageyama *et al.*, 1994). Sin embargo la concepción de estratos puede variar de acuerdo con el autor o el tipo de estudio realizado (Melo & Vargas, 2003).

5.1.5. Gremios Ecológicos

Un gremio es un grupo de especies que utilizan de igual manera los recursos del ambiente (Finegan, 1993), es decir especies que tienen un comportamiento



ecológico similar. Estos gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento (Finegan, 1996). Según el último autor los gremios ecológicos se dividen en:

a) Heliófitas efímeras: Son aquellas especies intolerantes a la sombra, de reproducción masiva y precoz; su crecimiento es rápido en buenas condiciones de luz y tienen una vida corta, son aptas para la colonización de espacios abiertos. Las semillas mantienen su viabilidad por largo tiempo y a menudo se encuentran en los bancos de semillas, tanto en bosques primarios como áreas cultivadas. En bosques primarios intervenidos o no intervenidos, estas especies generalmente tienen poca presencia y una distribución diamétrica del número de árboles por hectárea en forma de campana, con los individuos concentrados en una a tres clases diamétricas (Gallegos *et al.*, 2008).

b) Heliófitas durables: Son aquellas especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga. Las semillas mantienen la viabilidad por menos tiempo que las heliófitas efímeras. Además de colonizar espacios abiertos, pueden regenerarse en claros más pequeños en el bosque, aunque requieren niveles altos de luz para poder establecerse y sobrevivir. La mayoría de las especies son comerciales "tradicionales" (de alto valor y muchas de las comerciales actuales pertenecen a este grupo ecológico). Muchas veces muestran una distribución diamétrica errática o en cohortes, porque la regeneración depende de los disturbios fuertes y entonces no ocurre todo el tiempo, sino a intervalos regulares (Gallegos *et al.*, 2008).

c) Esciófitas: Son aquellas especies tolerantes a la sombra, aunque la mayoría de ellas aumentan su crecimiento más lento que las heliófitas, con mayor esfuerzo asignado a la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga de los individuos. Las semillas y plántulas de las esciófitas generalmente son de tamaño mediano a grande (Gallegos *et al.*, 2008).



6. BOSQUES ANDINOS

6.1.1. Estado actual de los bosques secundarios andinos

La pérdida de bosques y la fragmentación es considerada en las últimas décadas como uno de los problemas más importantes que afrontan los ecosistemas tropicales (Cayuela *et al.*, 2006). Como consecuencia de este problema es la pérdida de biodiversidad, siendo las plantas uno de los recursos mayormente afectados (Batistella & Moran, 2005; Jaeger, 2000; Marsik *et al.*, 2011). Los bosques brindan servicios ecosistémicos para beneficios locales y globales (Chazdon, 2008).

Un problema fundamental de la fragmentación y deforestación es el impacto negativo sobre la pérdida de hábitat que afecta a las tasas de crecimiento en las poblaciones y los procesos de dispersión y consecuentemente de la regeneración natural. Estos problemas ocasionan trastornos en la reproducción y distribución de los diferentes biotipos de plantas (Donovan & Flather, 2002). El cálculo de parámetros cuantitativos sobre deforestación y fragmentación se tornan importantes para el conocimiento puntual sobre la dinámica natural y antrópica de la vegetación, sobre todo para la gestión local sobre la conservación y manejo en ecosistemas de vegetación natural (Echeverri & MA Harper, 2009; Puyravaud, 2003).

Aunque los bosques andinos secundarios presentan una gran diversidad de especies biológicas y un alto endemismo, estos han sido poco estudiados a nivel local y regional en comparación a los bosques primarios de tierras bajas (Bussmann, 2004; Jørgensen & León-Yáñez, 1999). Varias causas como la deforestación, fragmentación, colonización y abandono de tierras agrícolas inciden en el desarrollo de procesos de sucesión secundaria, que aún no han sido evaluados en algunos contextos andinos (Cayuela *et al.*, 2006; Rozendaal & Chazdon, 2015). En otros lugares como Centro y Norte América, Brasil, Ecuador (región Sur) entre otros, se han evaluados procesos naturales de regeneración documentando causas antropogénicas o naturales, efectos y diferencias marcadas en la diversidad, riqueza y estructura de la vegetación a través de la validación

secuencial de fenómenos ocurridos históricamente (DeWalt *et al.*, 2003; Finegan, 1996; Guariguata & Ostertag, 2001; Yepes *et al.*, 2010; Zanini *et al.*, 2014).

6.1.2. Relación de la deforestación con la formación de tipos de bosques

La deforestación y fragmentación suscitada cronológicamente asociada con la sucesión secundaria provoca el origen de diferentes escenarios de bosques secundarios de vegetación natural. Estos escenarios naturales difieren en edad, la misma que condiciona la composición florística, riqueza y estructura de la vegetación (DeWalt *et al.*, 2003; Yepes *et al.*, 2010; Zanini *et al.*, 2014). Estos sitios en la composición de especies se diferencia por parámetros como la abundancia y dominancia que determinan el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie (Murrieta *et al.*, 2007). Además su composición y estructura está influenciada de manera significativa o notable, directa o indirecta por factores ambientales como altitud, precipitación, temperatura y variables edáficas de macro y micro nutrientes (Chain-Guadarrama *et al.*, 2012; Homeier *et al.*, 2010). Los efectos de borde y las distancias entre los bosques originales son parámetros que condicionan el origen de especies heliófilas o adquisitivas que en conjunto forman comunidades o tipos de bosques (Donovan & Flather, 2002).

Murrieta *et al.* (2007) determinó cinco tipos de bosques dentro de un corredor biológico de conservación CBVCT (Corredor Biológico Volcánica Central de Talamanca), donde la altitud fue la variable ambiental que condicionó la presencia de estos tipos de bosques. Lo mismo sucedió en un estudio realizado en una gradiente altitudinal en bosques tropicales donde la disponibilidad de N, altitud y distancia geográfica incidieron en la presencia de cuatro tipos de bosques (Veintimilla *et al.*, 2013). En la región costera del Ecuador a escala local dentro del corredor biológico Chongón Colonche – Machalilla, se determinó seis tipos de bosques diferenciados por la altitud e índice ombrotérmico (Jadán *et al.*, 2014).

6.1.3. Riqueza y diversidad florística en los bosques tropicales

Evaluar la riqueza y diversidad florística con fines aplicados dentro del campo ecológico se torna relevante. Desde hace algunas décadas hasta la actualidad se han realizado investigaciones en algunos escenarios tropicales para conocer el



estado actual y emprender procesos de manejo y conservación de recursos biológicos (Magurran & McGill, 2011). Respecto a la riqueza de especies vegetales en procesos de sucesión secundaria en los trópicos algunos autores reportan que la relación entre bosques primarios y secundarios varía notablemente por lo menos en un período cronológico de un siglo (DeWalt *et al.*, 2003; Finegan, 1996; Guariguata & Ostertag, 2001; Zanini *et al.*, 2014).

El aumento de distancia entre fragmentos o parches de bosques se relaciona con la diversidad de regeneración natural, debido a la baja diseminación o dispersión natural de semillas (Günter *et al.*, 2007). Es muy importante la diseminación ya que facilita la colonización de especies leñosas pioneras, que se ven reducidas cuando los parches de bosque están más alejados (Finegan, 1993; Harman, 2014).

Estudios en bosques tropicales primarios y secundarios de tierras bajas han reportado datos importantes respecto a parámetros intrínsecos de la vegetación. Jadán *et al.* (2015) en la Amazonía norte del Ecuador en bosques primarios reportó una gran diversidad de especies considerando árboles ≥ 10 cm de DAP. Aquí se reportó un promedio de 35 especies por parcelas de 1600 m² y 225 estimadas por hectárea. Mientras que Cascante & Estrada (2001) reportaron una diversidad promedio de 69,9 especies por hectárea en bosques muy húmedos premontanos.

Un estudio realizado en el Corredor Biológico Osa en Costa Rica por Morales *et al.* (2013) afirmaron que los bosques primarios presentaron una composición florística diferente a la de los bosques secundarios. Aquí se registró especies abundantes, tolerantes a la sombra (esciófitas) y palmas.

Existen muchos factores ambientales que influyen en la composición florística de la vegetación. Por ejemplo en Colombia, la composición de especies está relacionada con la altitud, el clima, las variables del suelo que se vinculan con la disponibilidad de agua, el nitrógeno del suelo, y la pendiente (Castellanos-Castro & Newton, 2015). Homeier *et al.* (2010) indicaron que la riqueza de especies aumenta conforme disminuye la altitud. También reportó que la mayor riqueza de especies arbóreas se registraron en los valles < 2100 msnm. De la misma manera Jadán *et al.* (2014) en su investigación realizada en una zona del Choco registraron que las



variables de altitud e índice ombrotérmico fueron discriminantes al momento de determinar tipos de bosques, sumado a las evidentes perturbaciones antrópicas que inciden notablemente en la composición y riqueza de los bosques.

6.1.4. Estructura de la vegetación en los bosques tropicales

Los árboles en los bosques a través de sus doseles forman la estructura y el ambiente apropiado para proveer un refugio a la biodiversidad de diversos organismos tanto vegetales como animales (Manson *et al.*, 2008). La estructura del dosel permite la entrada de luz y condiciona procesos de regeneración natural donde pueden sobresalir especies de diferentes grupos ecológicos (Vieira & Scariot, 2006). También es importante para diferenciar tamaños de la vegetación leñosa tanto el diámetro como la altura con miras a establecer potencialidades de uso, diferenciados por especies o grupos de especies (Finegan & Delgado, 2000). Esta estructura varía de acuerdo a condiciones ambientales, al tipo de manejo, sean áreas de conservación o de aprovechamiento permanente y sobre todo a la edad si se trata de ecosistemas forestales secundarios (Brokaw & Scheiner, 1989).

Respecto a la estructura de la vegetación Yepes *et al.* (2010) registró que el área basal, la biomasa aérea y la riqueza de especies se relacionan directamente con la edad de los bosques, mientras que la abundancia de árboles disminuyó. Este resultado es coherente con el desarrollo cronológico de los ecosistemas boscosos a partir del proceso de sucesión, donde los bosques secundarios jóvenes se caracterizan por presentar mayor abundancia de individuos y menores valores de riqueza en relación con los de bosques primarios.

Aide *et al.* (1995); Saldarriaga (1994) y Zanini *et al.* (2014) manifiestan que los bosques bajo un período de sucesión de 25 y 45 años son diferentes estructuralmente a un bosque primario. Dado que los bosques secundarios tienen gran importancia ecológica por proveer numerosos bienes y servicios ambientales, es importante conocer la trayectoria sucesional que los genera para planificar su uso, manejo y conservación (Chain-Guadarrama *et al.*, 2012).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el Cantón Cuenca de la provincia del Azuay en ecosistemas forestales nativos, secundarios andinos, en áreas de interés hídrico. La zona de investigación tiene una superficie 33 700 ha de bosque y el área de interés hidrológico es de 2 000 ha. Se encuentran en las localidades de Pillachiquir, Gañadel e Irquis (Figura 1).

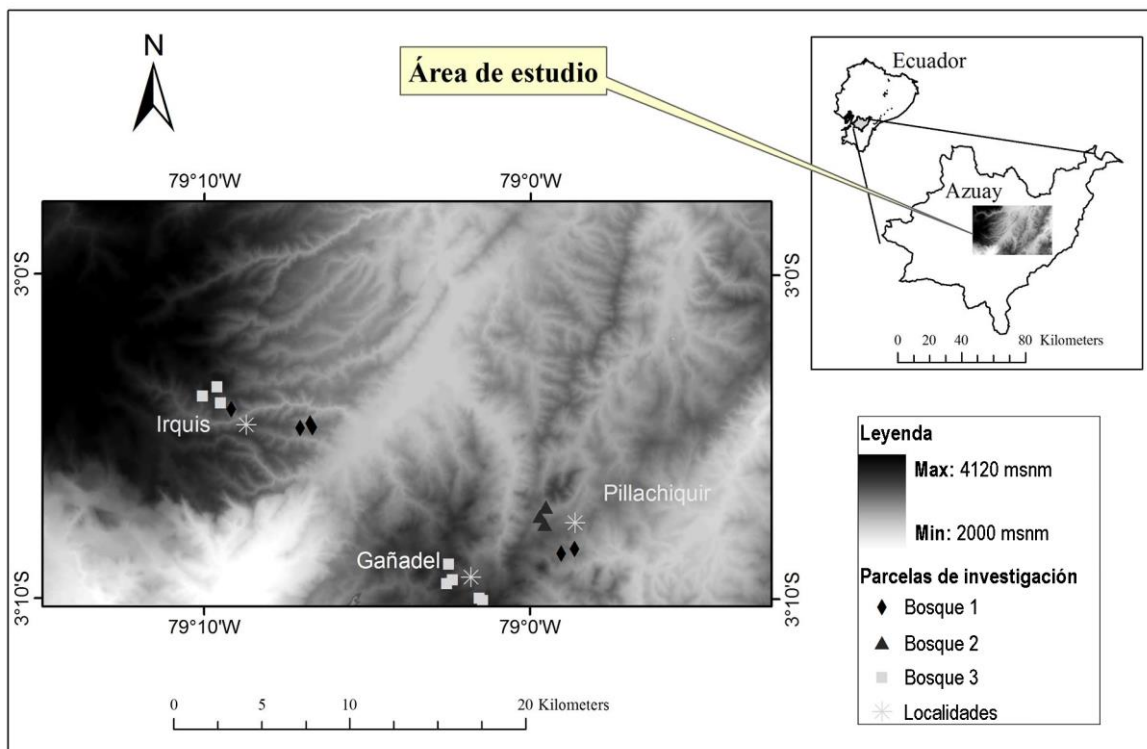


Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas de estudio en el Cantón Cuenca de la provincia del Azuay.

Según el MAE (2012) las áreas de estudio corresponden a los ecosistemas forestales Bosque siempreverde montano alto y Bosque montano alto superior de páramo. El tipo de clima Ecuatorial mesotérmico semi-humedo y Ecuatorial de alta montaña, la temperatura oscila entre 6 – 12 °C y precipitaciones de 800 – 1 500 mm anuales (GAD-TARQUI, 2014). Taxonómicamente los suelos pertenecen al orden de los Inceptisoles, poseen una textura media, franco arcillo limoso, drenaje moderado (MAGAP, 2014).

Las áreas de interés hidrológico se encuentran dentro del rango altitudinal desde 2 900 hasta los 3 500 msnm. Estas áreas están por encima de las



captaciones de agua para algunos centros poblados. Las parroquias que se benefician de la provisión hídrica de estos bosques son: Quingeo, Cumbe, Victoria del Portete y Tarqui. Tienen aproximadamente las siguientes superficies y están distribuidas de la siguiente manera: el bosque de Pillachiquir tiene una extensión de 300 ha. El bosque Gañadel tiene una extensión de 700 ha, y el bosque Irquis tiene una extensión de 1 000 ha.

Los tres bosques están dentro del programa de cogestión que maneja ETAPA– EP y son áreas de interés por ser las fuentes y reguladores hídricos, donde están los sistemas de aguas para las comunidades de Quingeo, Cumbe, Tarqui y Victoria de Portete (ETAPA-EP, 2011).

7.2. Selección de los sitios de investigación, muestreo e inventario florístico

Dentro de las tres áreas de importancia hidrológica, se instalaron al azar 20 parcelas permanentes de muestreo, distribuidas en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis. De estos bosques secundarios no existen reportes sobre la vegetación a nivel de la región sur del Ecuador. El historial de los bosques fue indagado a las personas oriundas del sector, guías de campo y mediante observaciones a nivel de campo. Se validó la estructura de la vegetación con biotipos leñosos de pequeños tamaños y sotobosque muy denso.

Las parcelas fueron distribuidas al azar en cada área de interés hidrológico de la siguiente manera: cinco (5) en Pillachiquir, cinco (5) en Gañadel y diez (10) en Irquis. Cada parcela tiene 500 m² de superficie (20 m x 25 m); aquí se contabilizaron y midieron parámetros dasométricos como el DAP (diámetro a la altura de 1,3 m sobre el nivel del suelo) con una cinta métrica en todos los individuos de árboles, arbustos y helechos $\geq 5,0$ cm. También se midió la altura total con ayuda de un hipsómetro. Se identificaron taxonómicamente las especies evaluadas a nivel de campo; las que no fueron identificadas fueron colectadas y enviadas al herbario de la Universidad Nacional de Loja para su respectiva identificación. En cada parcela se tomaron datos de las variables topográficas: altitud y variables geográficas espaciales (coordenadas UTM-WGS 84) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables ambientales en los tres sitios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) de investigación.

VARIABLES	Sitios		
	Pillachiquir	Gañadel	Irquis
Área (ha)	300 ha	700 ha	1000 ha
Rango altitudinal	3003 - 3120 m	3307 - 3400 m	2968 – 3400 m
Parroquia	Quingeo	Cumbe	Victoria del Portete
Precipitación anual	807 mm	792 mm	846 mm
Temperatura media	11 °C	9 °C	10 °C

7.3. Identificación de tipos de bosques (primer objetivo específico)

Con la información obtenida del inventario florístico se analizó la diversidad beta, basado en el intercambio de especies y atributos de la vegetación (Chust *et al.*, 2006; Hunter Jr & Gibbs, 2009). Este enfoque permitió identificar tipos de bosques empleando la técnica multivariada de análisis de conglomerados utilizando como medida de agrupamiento el método Ward y medida de distancia Bray-Curtis (Veintimilla *et al.*, 2013) y validadas a través del análisis de similitudes ANOSIM ($P < 0,05$), mediante el programa estadístico Qeco, utilizado en el análisis de datos ecológicos (J. A. Di Rienzo *et al.*, 2010). Para cada grupo de parcelas o tipos de bosques se calculó el IVI, que permitió determinar las especies con mayor valor ecológico por cada tipo de bosque. Para ello se sumó los valores relativos de abundancia y dominancia, a nivel de tipo de bosque. Para este análisis se excluyó aquellas especies raras presentes en una sola parcela. Los tipos de bosques identificados fueron considerados como tratamientos y las unidades experimentales o parcelas como repeticiones.

Para establecer relaciones de asociación entre variables topográficas y ambientales con los diferentes tipos de bosques, se realizó un análisis de componentes principales. Para aquello se consideró todas las variables topográficas y ambientales registradas o extraídas en cada parcela.

Los parámetros evaluados de composición (riqueza), diversidad y estructura fueron comparados con Análisis de Varianza (ANDEVAs) bajo la prueba paramétrica LSD de Fisher con un nivel de significancia ($P < 0,05$) ya que los datos



resultaron ser normales. El modelo estadístico aplicado fue un diseño completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observaciones en cada parcela de la riqueza, diversidad florística, estructura horizontal.

μ = Promedio general de la riqueza, diversidad florística, estructura horizontal en cada parcela permanente de muestreo.

S_i = Efecto del i -ésimo tratamiento o tipo de bosque.

ϵ_{ij} = Término de error aleatorio supuestamente distribuido Normal con media cero y varianza constante.

7.4. Variables topográficas y ambientales

Con los valores de las coordenadas en cada parcela se extrajeron los valores de variables ambientales como: temperatura media mensual, mínima, media y máxima anual, precipitación media mensual y anual de la base digital formato ráster (pixel de 1000 m x 1000 m) generada hace dos años por el proyecto Mapa de Ecosistemas para el Ecuador Continental (Galeas *et al.*, 2010).

7.5. Composición florística, riqueza, diversidad y estructura (segundo objetivo específico)

La composición florística fue evaluada con base al número de familias botánicas, géneros y especies (riqueza). La diversidad alfa (diversidad dentro de cada tipo de bosque) fue evaluada mediante los índices de Shannon, Simpson, Fisher y Equidad. Estos análisis fueron realizados utilizando el programa Estimates versión 9.1.0 (Colwell & Coddington, 1994). La diversidad beta (diversidad o intercambio de especies entre los tipos de bosques) fue evaluada según los índices de similitud clásicos de Jaccard, Sorensen y Diagramas de Venn, empleando los métodos de medición biológica desarrollados por (Magurran & McGill, 2011). También se clasificó a las especies por gremios ecológicos según (Finegan, 1993).

La estructura horizontal de la vegetación se evaluó considerando los parámetros de abundancia, dominancia total y por clases diamétricas en los tres tipos de bosques. Se realizaron comparaciones de medias entre los tipos de

bosques utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis ($P < 0,05$) mediante la aplicación del programa estadístico Infostat versión 2016 (J. Di Rienzo *et al.*, 2016). La distribución por clases diamétricas permitió entender la distribución horizontal espacial de la vegetación y asociarla con el estado de conservación de los tipos de bosques identificados.

Para la determinación de la estructura vertical, a todos los árboles en cada tipo de bosque se los categorizó por tres clases de altura para determinar especies suprimidas (1,30 m -7,50 m), codominantes (7,50 m – 13,00 m) y dominantes ($\geq 13,00$ m) usando los datos de alturas totales de los individuos tomados en campo (Finol U & Finol U, 1976).

8. RESULTADOS

En los tres sitios de estudio se obtuvo un inventario de 108 especies, 58 géneros y 35 familias botánicas (Anexo 1). De estas 49 son especies raras que se encontraron en una sola parcela y 12 presentan un solo individuo. Además se obtuvo el número de familias, géneros y especies en cada uno de los sitios (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de familias, géneros y especies en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Sitios	Número de familias	Número de géneros	Número de especies
Pillachiquir	22	35	55
Gañadel	25	36	52
Irquis	31	45	71

8.1. Identificación de tipos de bosques (primer objetivo específico)

Según el análisis de conglomerados, con base a la composición florística y los Índices de Valor de Importancia (IVI), se identificaron tres tipos de bosques en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis (Figura 2). Estos fueron validados mediante el análisis de similitud (ANOSIM) que registró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tres bosques identificados (Cuadro 3).

Dentro de estos tipos de bosques identificados se observó que 60 especies pertenecen al bosque uno (B1), 47 al bosque dos (B2) y 73 al bosque tres (B3).

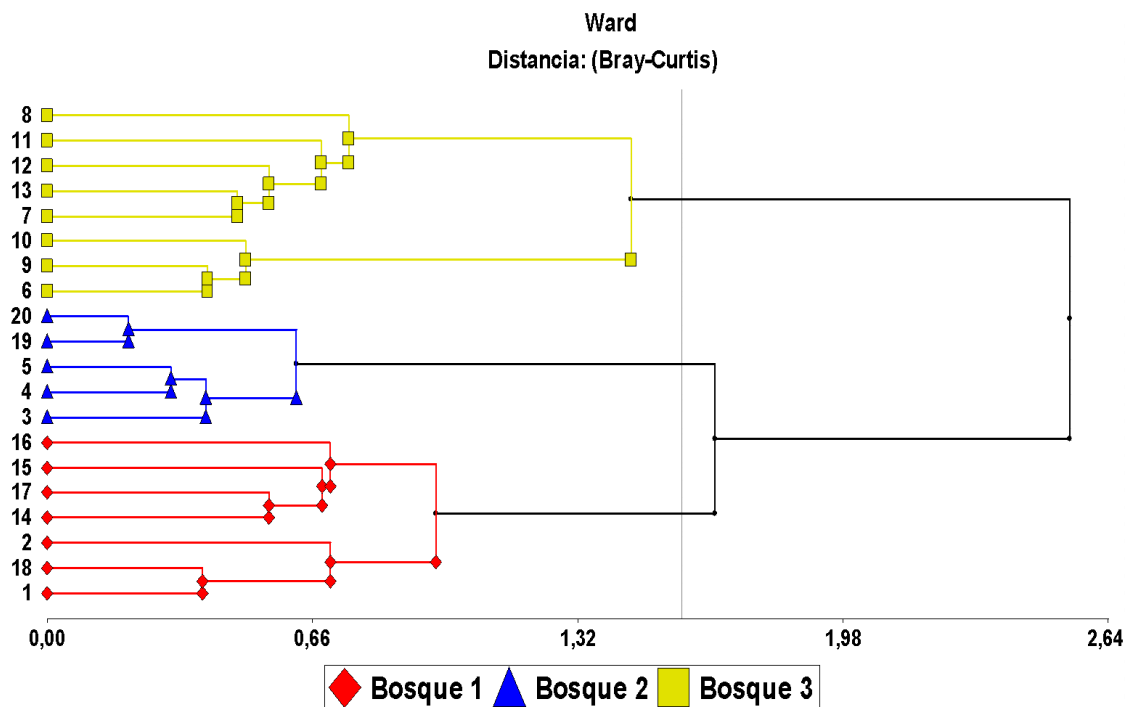


Figura 2. Dendrograma de tipos de bosques identificados en parcelas de 500 m² en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca. Figuras y colores diferentes representan parcelas pertenecientes a los tres tipos de bosques.

Cuadro 3. Valores del análisis de similitud (ANOSIM) entre los tipos de bosques identificados en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca.

Bosques		R	P
1	2	0,55	0,0040
1	3	0,75	0,0010
2	3	0,82	0,0020

ANOSIM ($P < 0,05$)

8.1.1. Especies con mayor valor de importancia (IVI) por cada tipo de bosque

Según el Índice de Valor de Importancia (IVI) el bosque uno (B1) registró como las especies más importantes ecológicamente a *Oreocallis grandiflora*, seguido de las especies *Myrsine dependens* y *Hesperomeles ferruginea*. En el bosque dos (B2) sobresalieron las especies *Weinmannia fagaroides*, *Myrsine dependens* y *Hesperomeles ferruginea*. En el bosque tres (B3) se registró a *Hedyosmum*



UNIVERSIDAD DE CUENCA

cumbalense como la más importante seguido de *Ocotea infrafoveolata* y *Cyathea caracasana* (Cuadro 4) (Anexo 4).

Cuadro 4. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) de 10 especies con el mayor peso ecológico por tipo de bosque (B) en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca.

Bosque	Nombre científico	Dr (%)	Dor (%)	Fr (%)	IVI	IVI (%)
B1	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	15,20	14,00	3,50	32,70	10,90
	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	14,90	9,80	4,90	29,60	9,90
	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	10,90	9,20	4,20	24,30	8,10
	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	5,80	8,50	2,80	17,10	5,70
	<i>Miconia poortmannii</i> (Cogn.) Wurdack.	5,90	4,90	4,20	15,10	5,00
	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	5,20	4,60	4,20	14,10	4,70
	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	3,40	5,30	2,80	11,50	3,80
	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	3,40	4,10	3,50	11,00	3,70
	<i>Oreopanax avicennifolia</i> (Kunth) Decne. & Planch.	2,40	3,20	2,80	8,40	2,80
	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	1,70	3,40	2,80	7,90	2,60
	Otras	31,30	32,90	64,10	128,30	42,80
TOTAL		100	100	100	300	100
B2	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	45,00	44,10	5,10	94,20	31,40
	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	11,20	9,90	5,10	26,10	8,70
	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	6,10	8,00	5,10	19,20	6,40
	<i>Miconia poortmannii</i> (Cogn.) Wurdack.	6,20	7,70	5,10	18,90	6,30
	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	2,50	3,10	4,00	9,60	3,20
	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.	2,50	3,90	3,00	9,40	3,10
	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	2,40	1,40	5,10	8,80	2,90
	<i>Oreopanax avicennifolia</i> (Kunth) Decne. & Planch.	2,40	2,50	3,00	7,90	2,60
	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	1,90	1,90	4,00	7,80	2,60
	<i>Maytenus andicola</i> Loes.	1,30	1,00	5,10	7,40	2,50
	Otras	18,60	16,60	55,60	90,70	30,20
TOTAL		100	100	100	300	100
B3	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	14,20	16,00	4,70	34,80	11,60
	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	9,60	17,50	2,90	30,00	10,00
	<i>Cyathea caracasana</i> var. <i>maxonii</i> (Underw.) R.M. Tryon	8,20	10,80	1,80	20,80	6,90
	<i>Gynoxys azuayensis</i> Cuatrec.	7,30	6,70	3,50	17,50	5,80
	<i>Symplocos quitensis</i> Brand	4,10	5,70	4,10	13,90	4,60
	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	4,10	6,80	2,90	13,90	4,60
	<i>Miconia poortmannii</i> (Cogn.) Wurdack.	5,70	3,10	4,70	13,50	4,50
	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	4,30	4,00	4,70	12,90	4,30
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	3,40	2,70	3,50	9,60	3,20
	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	3,50	3,00	2,90	9,50	3,20
	Otras	35,60	23,60	64,30	123,50	41,20
TOTAL		100	100	100	300	100

Dr: Abundancia relativa; Dor: dominancia relativa; Fr: frecuencia relativa; IVI: Índice de Valor de Importancia.

8.1.2. Tipos de bosques y variables ambientales

La altitud registró el menor promedio ($P < 0,05$) en el bosque uno (B1) (3080,66 msnm) a diferencia de los bosques dos y tres (B2 y B3) que resultaron ser iguales estadísticamente (3112,94 msnm; 3362,18 msnm respectivamente) (Cuadro 5). Respecto a las variables climáticas, la precipitación anual y media mensual no registraron diferencias estadísticas (Cuadro 5). La temperatura media anual, máxima anual y media mensual registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) donde el bosque uno (B1) presentó los mayores valores (10,43 °C; 16,29 °C; 10,29 °C respectivamente) a diferencia del bosque tres (B3) que mostró los menores valores (8,75 °C; 14 °C; 8,88 °C respectivamente) (Cuadro 5). Así mismo, la temperatura mínima anual registró diferencias estadísticas, siendo el bosque dos (B2) que mostró el mayor valor (5,20 °C) a diferencia del bosque tres (B3) que presentó el menor valor (3,75 °C) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedios de las variables ambientales registradas en parcelas de 500 m² en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca.

Variables		Bosques			P
		B1	B2	B3	
Topográfica	Altitud (msnm)	3080,66 a	3112,94 b	3362,18 b	0,0009
Climáticas	Temperatura media anual (°C)	10,43 a	10,40 a	8,75 b	0,0014
	Temperatura máxima anual (°C)	16,29 a	16,20 a	14,00 b	0,0007
	Temperatura mínima anual (°C)	5,14 a	5,20 a	3,75 b	0,0003
	Precipitación anual (mm)	841,41 a	828,54 a	801,99 a	0,1218
	Temperatura media mensual (°C)	10,29 a	10,00 a	8,88 b	0,0011
	Precipitación media mensual (mm)	75,02 a	80,92 a	74,18 a	0,0678

ANDEVA, ($P < 0,05$). Letras diferentes significan diferencias significativas; B: tipo de bosque.

8.1.3. Relación entre parámetros de la vegetación con variables ambientales

El análisis de componentes principales explicó con el 83% de variación la asociación de las variables ambientales con los tipos de bosques identificados en dos componentes (Figura 3). En el primer componente las variables de temperatura se asociaron positivamente con parcelas de los bosques uno y dos (B1 y B2). La

precipitación media anual está asociada positivamente con al menos una parcela del bosque uno (B1); mientras que la precipitación media mensual no se asoció con ningún tipo de bosque. En el segundo componente, aunque con menor porcentaje de explicación (14,2%), la altitud está asociada positivamente con el bosque tres (B3) y correlacionada de manera negativa con las variables de temperaturas y precipitación (Figura 3).

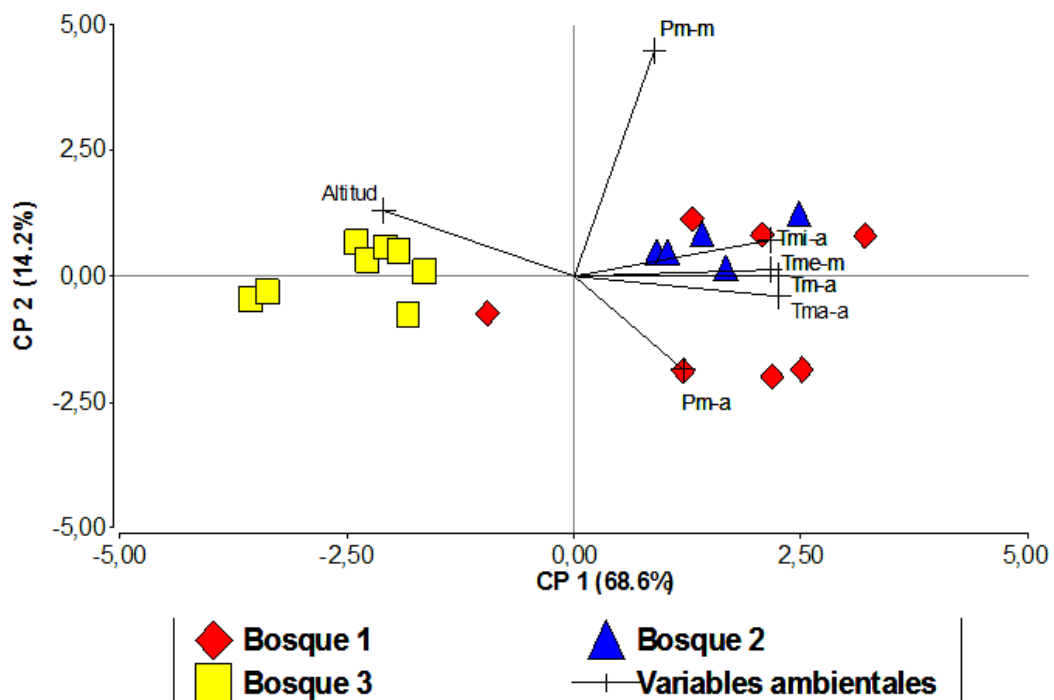


Figura 3. Análisis de componentes principales de ordenamiento, correlación y asociación entre las variables ambientales con los tipos de bosques identificados en los bosques secundarios altoandinos en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca. Figuras y colores diferentes representan parcelas pertenecientes a los tres tipos de bosques. **Tmi-a:** temperatura mínima anual; **Tm-a:** temperatura media anual; **Tma-a:** temperatura máxima anual; **Tme-m:** temperatura media mensual; **Pm-m:** precipitación media mensual; **Pm-a:** precipitación media anual.

8.2. Riqueza y diversidad florística (segundo objetivo específico)

8.2.1. Composición florística a nivel de estrato en los tipos de bosques

Los componentes taxonómicos en los latizales, respecto a familias, géneros y especies no registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) (Cuadro 6) (Figura 4).



En los fustales se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) para los tres componentes taxonómicos, donde el bosque tres (B3) presentó los mayores valores para familias ($17,88 \pm 1,34$), géneros ($18,88 \pm 1,36$) y especies ($20,25 \pm 1,48$) a diferencia del bosque dos (B2) que mostraron los menores valores en los tres componentes taxonómicos ($8,60 \pm 1,69$; $8,80 \pm 1,72$; $9,40 \pm 1,87$ respectivamente). Entre los bosques uno y dos (B1 y B2) no se registraron diferencias significativas (Cuadro 6) (Figura 4). Considerando los latizales + fustales de manera conjunta (total), familias y géneros registraron los mayores valores significativamente ($P < 0,05$) para el bosque tres (B3) ($30,25 \pm 1,89$; $33,50 \pm 2,19$ respectivamente) a diferencia del bosque dos (B2) que presentaron los menores valores ($21,80 \pm 2,39$; $24,20 \pm 2,77$ respectivamente); entre los bosques uno y dos (B1 y B2) no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$). Aquí mismo el componente de especies (total) entre los tres bosques (B1, B2 y B3) no registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) (Cuadro 6) (Figura 4).

Cuadro 6. Valores promedios (\pm error estándar) para composición florística a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques identificados en árboles, arbustos y helechos con un DAP $\geq 5,0$ cm, en parcelas de 500 m².

Estratos	Componentes taxonómicos	Bosques			P
		B1	B2	B3	
Latizales	Familias	14,00 \pm 1,04 a	13,20 \pm 1,23 a	12,38 \pm 0,97 a	0,5334
	Géneros	16,00 \pm 1,36 a	15,40 \pm 1,61 a	14,63 \pm 1,27 a	0,7637
	Especies	18,43 \pm 1,87 a	18,20 \pm 2,21 a	16,88 \pm 1,75 a	0,8111
Fustales	Familias	9,86 \pm 1,43 b	8,60 \pm 1,69 b	17,88 \pm 1,34 a	0,0005
	Géneros	10,00 \pm 1,45 b	8,80 \pm 1,72 b	18,88 \pm 1,36 a	0,0002
	Especies	10,57 \pm 1,58 b	9,40 \pm 1,87 b	20,25 \pm 1,48 a	0,0002
Total	Familias	23,86 \pm 2,02 b	21,80 \pm 2,39 b	30,25 \pm 1,89 a	0,0247
	Géneros	26,00 \pm 2,34 b	24,20 \pm 2,77 b	33,50 \pm 2,19 a	0,0293
	Especies	29,00 \pm 2,94 ab	27,60 \pm 3,47 b	37,13 \pm 2,75 a	0,0731

ANDEVA, ($P < 0,05$). Letras diferentes significan diferencias significativas; B: tipo de bosque. Latizales: especies con un DAP entre 5,0 hasta 10,0 cm. Fustales: especies con un DAP mayor a 10,0 cm.

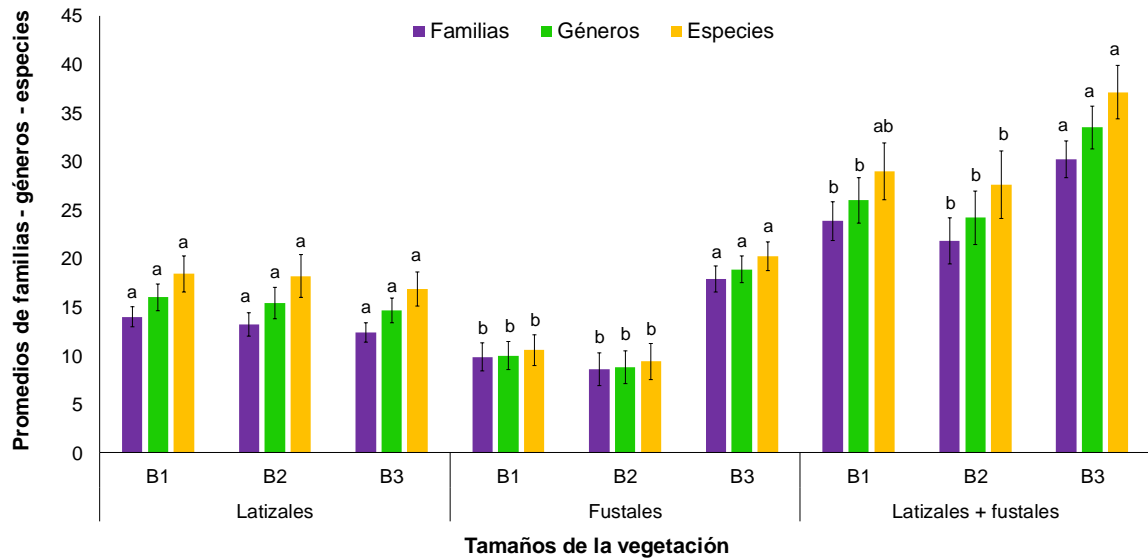


Figura 4. Promedios (\pm error estándar) para composición florística a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques identificados en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². Letras diferentes significan diferencias significativas.

8.2.2. Diversidad alfa

Los índices de Shannon y Fisher no registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) (Cuadro 7) (Figura 5). Bajo el índice de Simpson se registró que los bosques uno y tres (B1 y B3) ($0,86 \pm 0,02$; $0,87 \pm 0,02$ respectivamente) son más diversos significativamente que el bosque dos (B2) ($0,76 \pm 0,02$). El índice de Equidad registró significativamente ($P < 0,05$) que los bosques uno y tres (B1 y B3) presentaron mayor equidad o distribución homogénea de individuos sobre la riqueza de especies, a diferencia del bosque dos (B2) ($0,69 \pm 0,03$) (Cuadro 7) (Figura 5).

Cuadro 7. Valores (\pm error estándar) para los índices de diversidad para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m².

Índices	Bosques			P
	B1	B2	B3	
Shannon	2,38 \pm 0,11 a	2,01 \pm 0,13 a	2,44 \pm 0,11 a	0,0518
Simpson	0,86 \pm 0,02 a	0,76 \pm 0,02 b	0,87 \pm 0,02 a	0,0049
Fisher	6,76 \pm 0,82 a	5,71 \pm 0,97 a	7,43 \pm 0,77 a	0,4023
Equidad	0,80 \pm 0,03 a	0,69 \pm 0,03 b	0,80 \pm 0,03 a	0,0226

ANDEVA, ($P < 0,05$). Letras diferentes significan diferencias significativas; B: tipo de bosque.

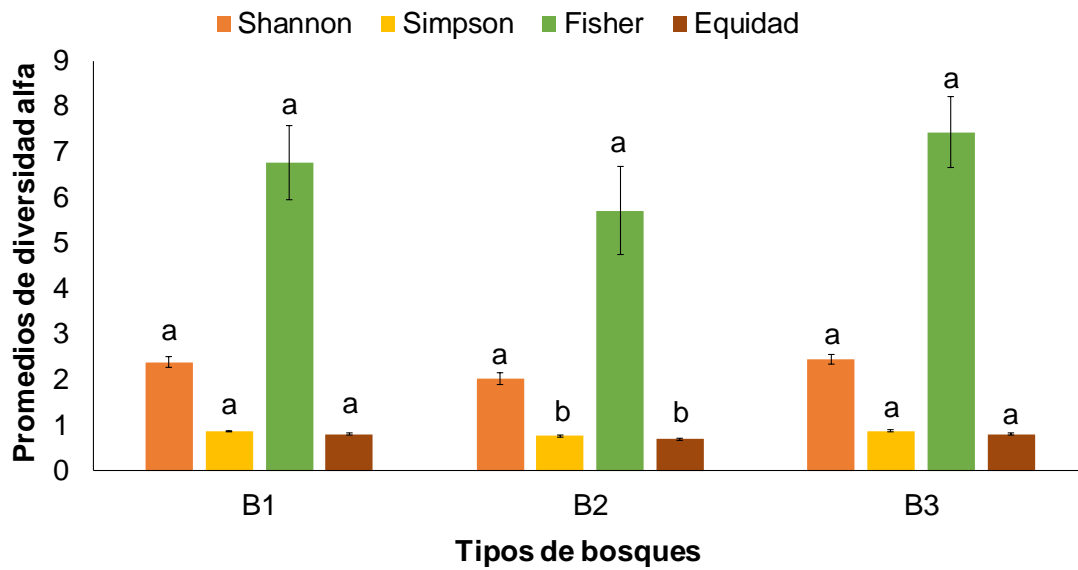


Figura 5. Promedios (\pm error estándar) para índices de diversidad alfa, para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². Letras diferentes significan diferencias significativas.

8.2.3. Diversidad beta

Las especies compartidas entre los diferentes tipos de bosques y que presentaron los primeros 20 valores más altos del IVI se presentan en el (Cuadro 8). Cinco especies están presentes en todos los bosques y 15 se comparten entre dos tipos de bosques (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies compartidas entre los tres tipos de bosques identificados.

Especies compartidas	B1-B2-B3	B1-B2	B1-B3	B2-B3
<i>Weinmannia fagaroides</i>	✓			
<i>Myrsine dependens</i>	✓			
<i>Miconia poortmannii</i>	✓			
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	✓			
<i>Ocotea infrafoveolata</i>	✓			
<i>Oreocallis grandiflora</i>		✓		
<i>Lomatia hirsuta</i>		✓		
<i>Clethra ovalifolia</i>		✓		
<i>Rhamnus granulosa</i>		✓		
<i>Clethra revoluta</i>		✓		
<i>Escallonia Myrtilloides</i>			✓	
<i>Gynoxys halli</i>			✓	
<i>Berberis rigida</i>			✓	
<i>Berbesina lloensis</i>			✓	
<i>Persea brevipes</i>			✓	
<i>Gaultheria reticulata</i>				✓
<i>Aniba riparia</i>				✓
<i>Hedyosmum racemosum</i>				✓
<i>Ocotea heterochroma</i>				✓
<i>Ilex myricoides</i>				✓

Los bosques uno y dos (B1 y B2) presentaron mayores valores en porcentajes de similitud según los índices de Jaccard y Sorensen. No obstante los bosques dos y tres (B2 y B3) presentaron menores porcentajes (Figura 6).

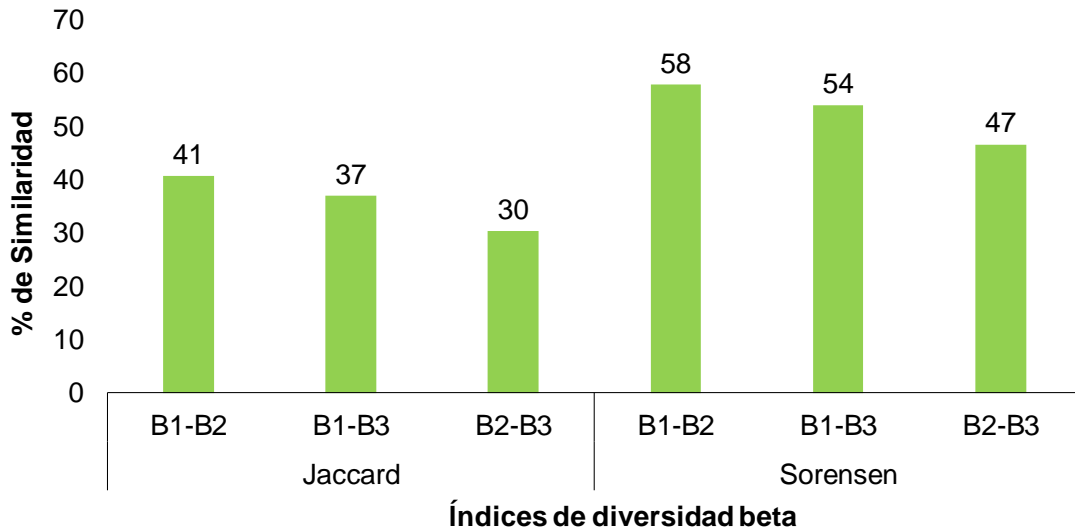


Figura 6. Índice de diversidad beta (Jaccard y Sorensen) para los tres tipos de bosques.

El bosque tres (B3) registró un alto número (73) de especies a diferencia del bosque dos (B2) que presentó el menor número (47) de especies (Figura 7). Los bosques que mayor número de especies comparten son los bosques uno y tres (B1 y B3) con 36 especies a diferencia de los bosques uno y dos, dos y tres (B1 y B2; B2 y B3) que comparten con menor número de especies (31 y 28 especies respectivamente) (Figura 7).

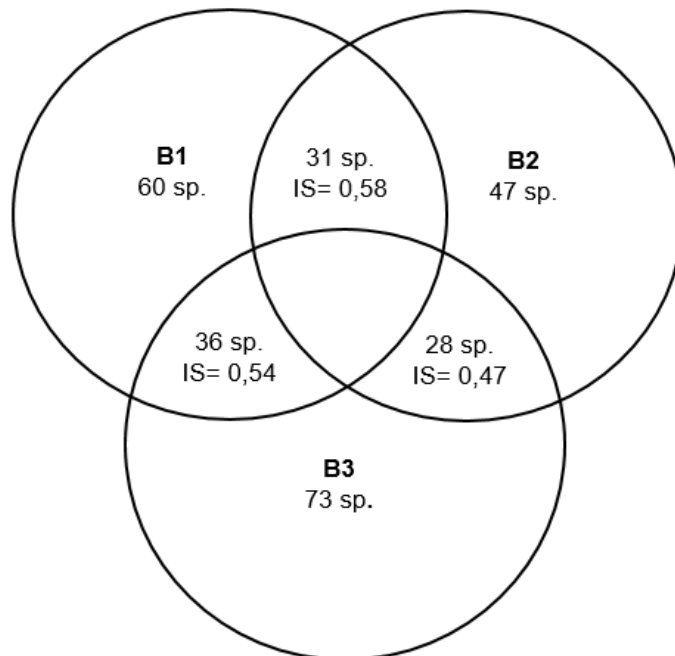


Figura 7. Diagrama de especies exclusivas, compartidas en Índice de similitud de Sorensen entre los tres tipos de bosques identificados. IS: índice de Sorensen.

8.3. Estructura arbórea y arbustiva (segundo objetivo específico)

8.3.1. Evaluación de la estructura horizontal

A nivel de latizales la abundancia fue superior significativamente en el bosque dos (B2) ($3016,00 \pm 439,57$ N/ha) a diferencia del bosque tres (B3) que presentó el menor valor ($1295,00 \pm 163,41$ N/ha) (Cuadro 9) (Figura 8). A nivel de fustales, la abundancia fue superior ($P < 0,05$) para el bosque tres (B3) ($1262,50 \pm 88,07$ N/ha) a diferencia del bosque uno (B1) ($545,71 \pm 94,15$ N/ha). Entre estos dos bosques (B3 y B1) los valores son ampliamente distantes. La abundancia de manera conjunta (latizales + fustales) no registró diferencias estadísticas (Cuadro 9) (Figura 8).

Cuadro 9. Valores promedios (\pm error estándar) de abundancia y área basal para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP $\geq 5,0$ cm, en parcelas de 500 m².

Estratos	Variables	Bosques			P
		B1	B2	B3	
Latizales	Abundancia (N/ha)	$2262,86 \pm 267,03$ a	$3016,00 \pm 439,57$ a	$1295,00 \pm 163,41$ b	0,0015
	Área basal (G/ha)	$8,74 \pm 1,02$ a	$12,45 \pm 1,91$ a	$5,43 \pm 0,63$ b	0,0027
Fustales	Abundancia (N/ha)	$545,71 \pm 94,15$ c	$856,00 \pm 111,40$ b	$1262,50 \pm 88,07$ a	0,0001
	Área basal (G/ha)	$8,57 \pm 1,95$ b	$12,06 \pm 2,48$ b	$38,64 \pm 3,39$ a	< 0,0001
Total	Abundancia (N/ha)	$2808,57 \pm 260,21$ ab	$3872,00 \pm 520,95$ a	$2557,50 \pm 208,79$ b	0,0912
	Área basal (G/ha)	$17,31 \pm 3,12$ b	$24,51 \pm 3,69$ b	$44,07 \pm 2,92$ a	< 0,0001

ANDEVA, ($P < 0,05$). Letras diferentes significan diferencias significativas; B: tipo de bosque. Latizales: especies con un DAP entre 5,0 hasta 10,0 cm. Fustales: especies con un DAP mayor a 10,0 cm.

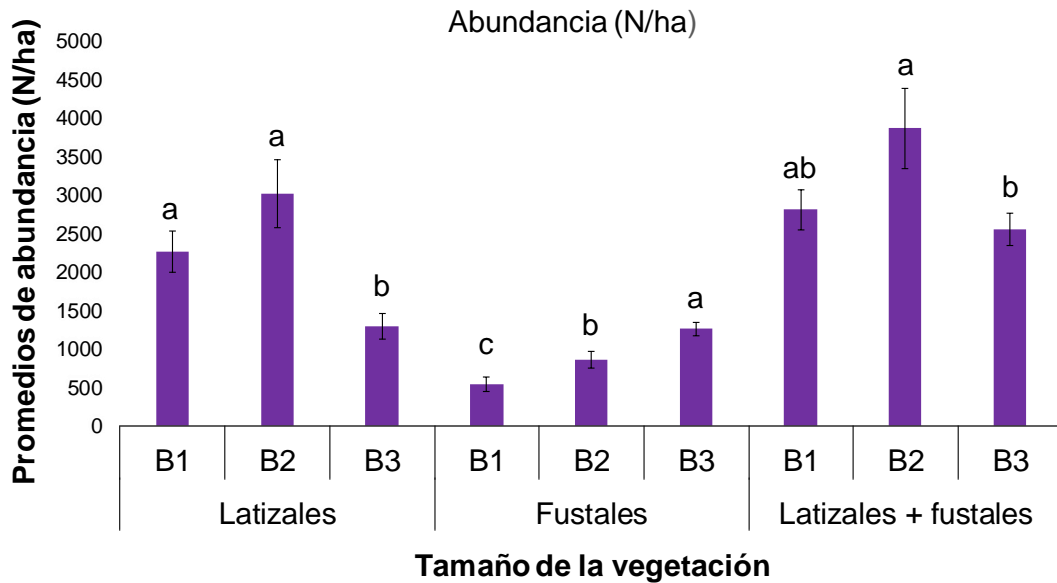


Figura 8. Promedios (\pm error estándar) de la abundancia para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP $\geq 5,0$ cm, en parcelas de 500 m². Letras diferentes significan diferencias significativas.

El área basal, en latizales registró diferencias significativas ($P < 0,05$) con mayores valores para el bosque dos (B2) ($12,45 \pm 1,91$ m²/ha) a diferencia del bosque tres (B3) que presentó el menor valor ($5,43 \pm 0,63$ m²/ha) (Cuadro 9) (Figura 9). Entre estos dos bosques (B2 y B3) los valores son ampliamente distantes. De igual manera, a nivel de fustales se registró diferencias estadísticas con mayores valores para el bosque tres (B3) ($38,64 \pm 3,39$ m²/ha) a diferencia del bosque uno (B1) ($8,57 \pm 1,95$ m²/ha) (Cuadro 9) (Figura 9). Entre estos dos bosques (B3 y B1) los valores son ampliamente distantes. Finalmente el área basal de manera conjunta (latizales + fustales) registró diferencias significativas ($P < 0,05$) con mayor valor para el bosque tres (B3) ($44,07 \pm 2,92$ m²/ha) a diferencia del bosque uno (B1) que presentó el menor valor ($17,31 \pm 3,12$ m²/ha) (Cuadro 9) (Figura 9).

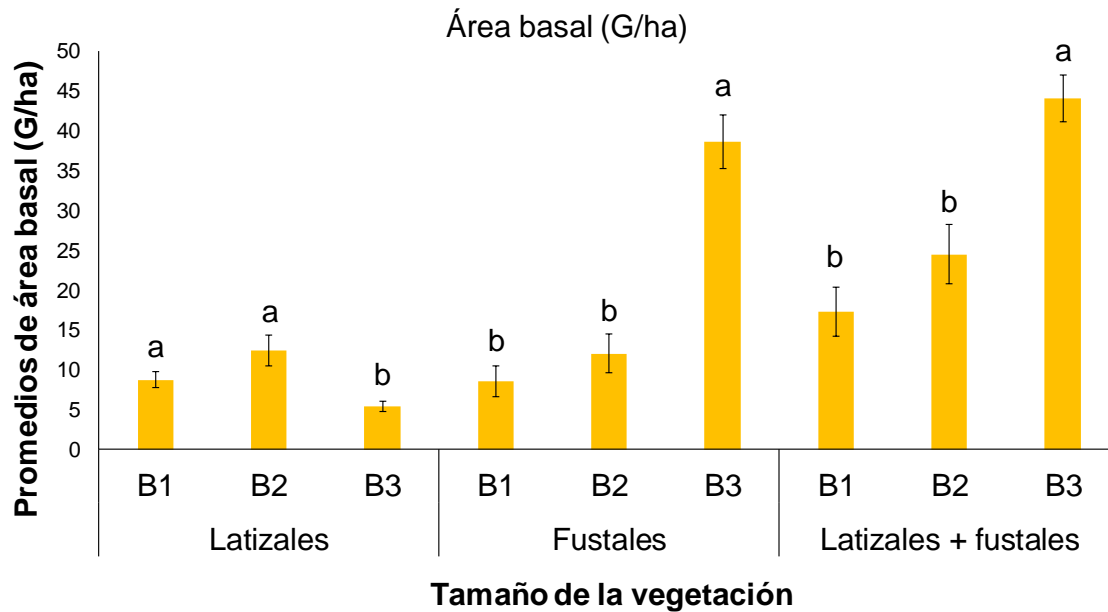


Figura 9. Promedios (\pm error estándar) del área basal para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². Letras diferentes significan diferencias significativas.

8.3.2. Riqueza de especies por gremios ecológicos

La riqueza a nivel de latizales únicamente las heliófitas durables registró diferencias significativas ($P < 0,05$) resultando el bosque dos (B2) con el mayor valor ($11,80 \pm 1,40$) a diferencia del bosque tres (B3) que presentó el menor valor ($7,50 \pm 1,10$) (Cuadro 10) (Figura 10). Respecto a los fustales, las heliófitas durables no registraron diferencias significativas ($P < 0,05$). Las heliófitas efímeras a nivel de fustales registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) con los mayores valores para el bosque tres (B3) ($4,88 \pm 0,69$) a diferencia del bosque dos (B2) que presentó el menor valor ($0,80 \pm 0,88$). Entre estos dos bosques (B3 y B2) los valores son ampliamente diferentes (Cuadro 10) (Figura 10). Para las esciófitas a nivel de fustales se registraron diferencias estadísticas, donde el bosque tres (B3) presentó el mayor valor ($8,25 \pm 1,14$) a diferencia del bosque uno (B1) que mostró un valor muy inferior ($1,86 \pm 0,60$) (Cuadro 10) (Figura 10). Considerando los latizales + fustales de manera conjunta (total) las heliófitas durables no registraron diferencias significativas ($P < 0,05$). Para las heliófitas efímeras el bosque tres (B3) registró el mayor valor significativamente ($8,63 \pm 1,08$) en comparación al bosque dos (B2) que presentó el menor valor ($2,60 \pm 1,37$). Aquí existe amplia diferencia en los



valores entre los dos bosques. En cuanto a las esciófitas de manera conjunta (latizales + fustales) el bosque tres (B3) registró el mayor valor ($14,38 \pm 1,41$) significativamente diferente al bosque uno (B1) que presentó el menor valor ($5,71 \pm 1,51$); predominando de esta manera las especies esciófitas en el bosque tres (B3) (Cuadro 10) (Figura 10).

Cuadro 10. Valores promedios (\pm error estándar) para gremios ecológicos a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP $\geq 5,0$ cm, en parcelas de 500 m².

Estratos	Gremios ecológicos	Bosques			P
		B1	B2	B3	
Latizales	H. durables	10,86 \pm 1,18 ab	11,80 \pm 1,40 a	7,50 \pm 1,10 b	0,0498
	H. efímeras	4,14 \pm 0,60 a	1,80 \pm 0,71 b	3,75 \pm 0,56 ab	0,0543
	Esciófitas	3,86 \pm 0,87 a	4,80 \pm 1,03 a	6,13 \pm 0,82 a	0,1910
Fustales	H. durables	6,71 \pm 1,02 a	6,00 \pm 1,21 a	7,13 \pm 0,96 a	0,7692
	H. efímeras	2,00 \pm 0,74 b	0,80 \pm 0,88 b	4,88 \pm 0,69 a	0,0043
	Esciófitas	1,86 \pm 0,60 b	2,60 \pm 0,77 b	8,25 \pm 1,14 a	0,0004
Totales	H. durables	17,57 \pm 1,91 a	17,80 \pm 2,35 a	14,63 \pm 1,04 a	0,2713
	H. efímeras	6,14 \pm 1,16 ab	2,60 \pm 1,37 b	8,63 \pm 1,08 a	0,0110
	Esciófitas	5,71 \pm 1,51 b	7,40 \pm 1,78 b	14,38 \pm 1,41 a	0,0015

ANDEVA, ($P < 0,05$). Letras diferentes significan diferencias significativas; B: tipo de bosque. Latizales: especies con un DAP entre 5,0 hasta 10,0 cm. Fustales: especies con un DAP mayor a 10,0 cm.

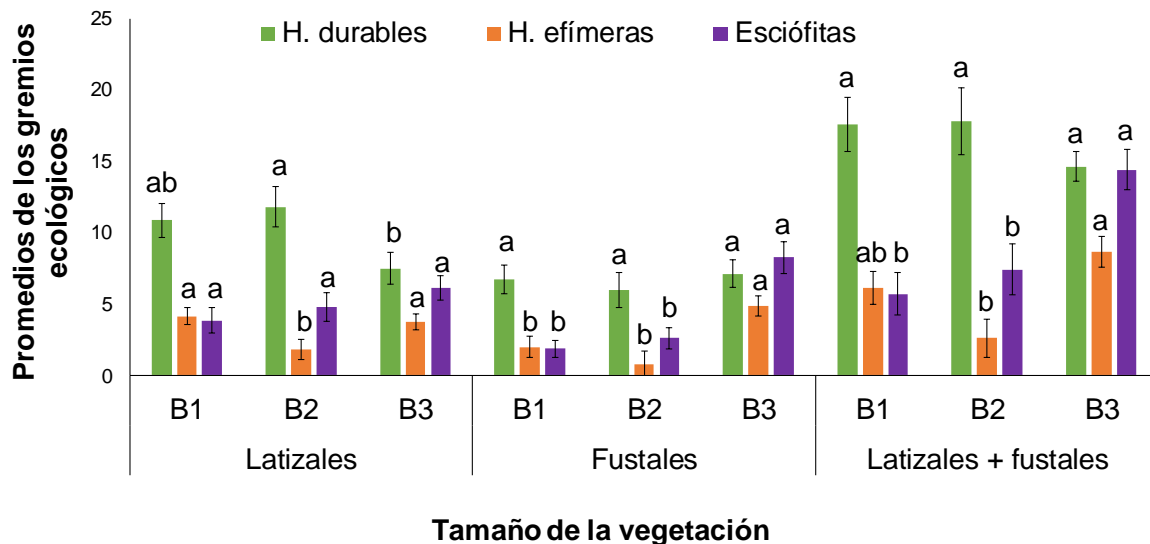
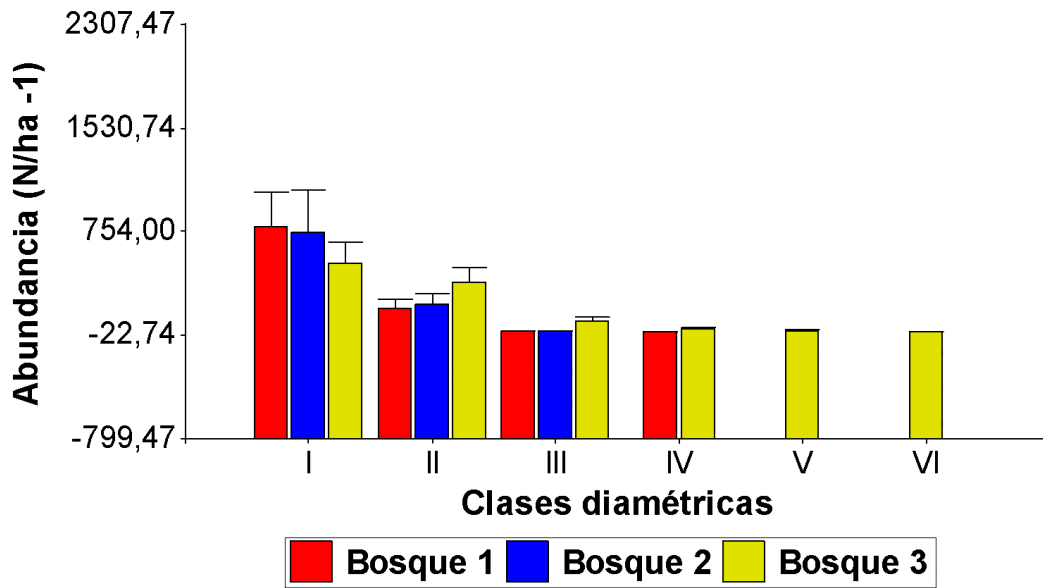


Figura 10. Promedios (\pm error estándar) para gremios ecológicos a nivel de latizales y fustales para los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos con un DAP \geq 5,0 cm, en parcelas de 500 m². Letras diferentes significan diferencias significativas.

8.3.3. Evaluación de clases diamétricas

En la categoría de latizales (clase diamétrica I), la densidad en los bosques registraron los valores más altos (Figura 11a). Desde la clase diamétrica I correspondiente a los individuos \geq 5,0 cm de DAP se observó la J invertida. Sin embargo desde la clase diamétrica II no se observa este patrón que es característico de bosques primarios o secundarios con alto nivel de recuperación. El área basal mostró un patrón irregular de distribución; sin embargo, el bosque tres (B3) registró el mayor valor dentro de la clase diamétrica II (Figura 11b).

a)



b)

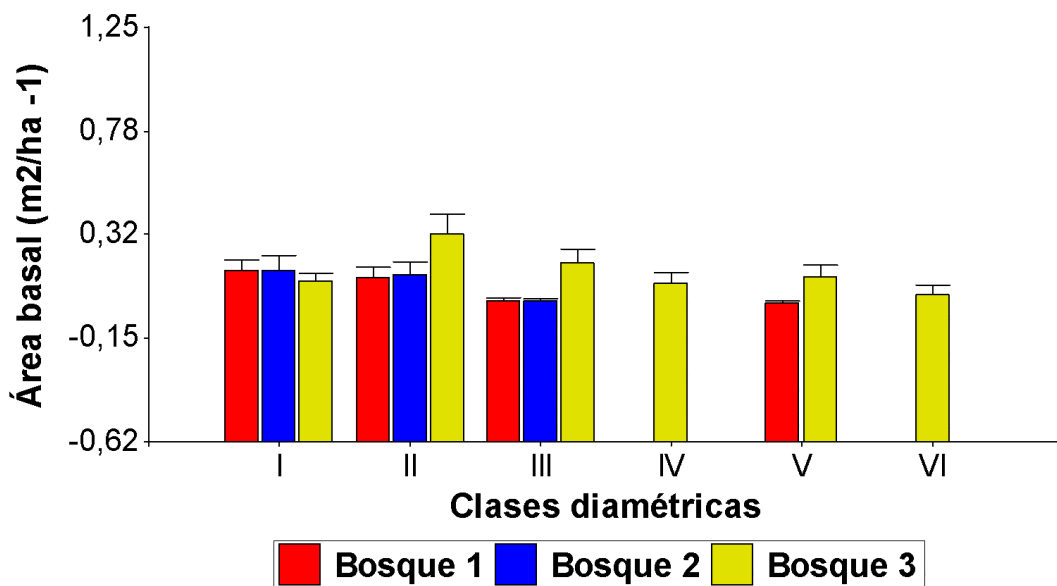


Figura 11. Distribuciones de clases diamétricas para densidad (N/ha-1) y área basal (G/ha-1) en los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos. Las barras verticales representan el error estándar. Clases diamétricas: I: 5,00 - 9,99 cm; II: 10,00 - 19,99 cm; III: 20,00 - 29,99 cm; IV: 30,00 - 39,99 cm; V: 40,00 - 49,99 cm; VI: \geq 50,00 cm.

8.3.4. Especies suprimidas, codominantes y dominantes

En los tres tipos de bosques existe mayor número de individuos en la clase de altura suprimidas (1,30 - 7,50 m). La presencia de individuos en la clase de

alturas codominantes (7,50 - 13,00 m) es mayor en el bosque tres (B3). Con respecto a los individuos en la clase de altura dominantes ($\geq 13,00$ m), existe un similar número de individuos entre los bosques uno y tres (B1 y B3), y ausencia total en el bosque dos (B2) (Figura 12).

Oreocallis grandiflora y *Myrsine dependens* son las especies que mayor cantidad de individuos por hectárea de la clase de altura suprimidas presentan (426 y 417 N/ha, respectivamente) dentro del bosque uno (B1) (Anexo 5a). Mientras que en el bosque dos (B2) dentro de la misma clase, la especie *Weinmannia fagaroides* presenta 1540 N/ha (Anexo 5b). Cabe destacar que dentro del bosque dos (B2) no hay presencia de individuos en la clase de altura dominantes ($\geq 13,00$ m).

Dentro del bosque tres (B3) la especie *Hedyosmum cumbalense* se presenta con 255 N/ha dentro de la clase de altura suprimidas, seguida de la *Cyathea caracasana* con 210 individuos (Anexo 5c).

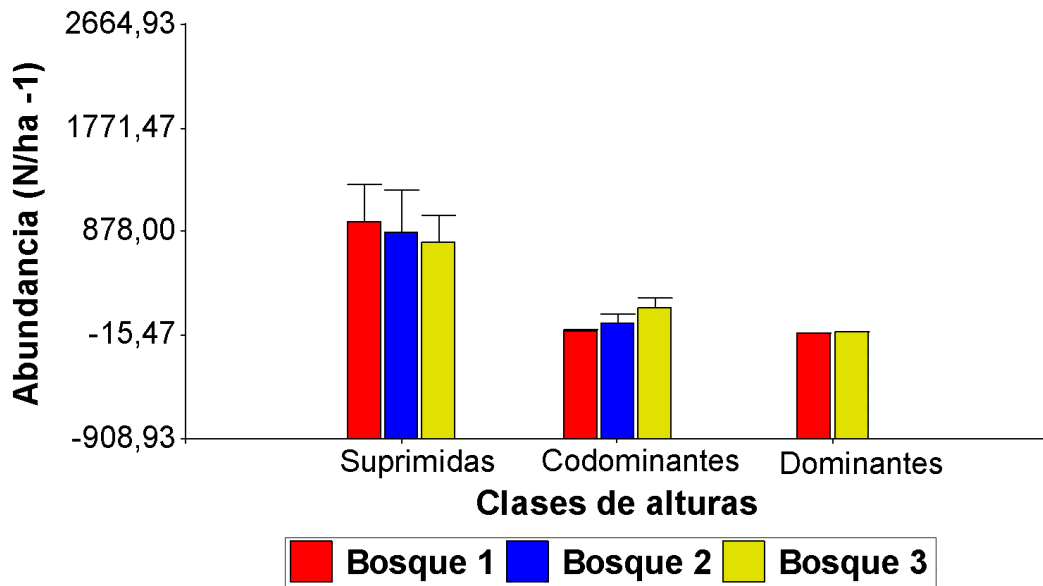


Figura 12. Distribución de las clases de altura en los tres tipos de bosques en árboles, arbustos y helechos. Clases de altura: Suprimidas (1,30 - 7,50), Codominantes (7,50 - 13,00) y Dominantes ($\geq 13,00$ m). Las barras verticales representan el error estándar.

9. DISCUSION

9.1. Composición florística y tipos de bosque

Análisis multivariados y parámetros de la vegetación como el Índice de Valor de Importancia (IVI) permitió identificar tres tipos de bosque, con base a la similitud de la composición florística en parcelas ubicadas dentro de bosques secundarios. El Índice de Valor de Importancia (IVI) ha sido usado en otros escenarios tropicales por su peso e importancia ecológica ya que además de considerar la abundancia de las especies, toma en cuenta la dominancia expresada en el área basal (Chain-Guadarrama *et al.*, 2012; Veintimilla *et al.*, 2013).

Estudios similares sobre caracterización de tipos de bosques han sido aplicados en otros contextos mesoamericanos y locales (Chain-Guadarrama *et al.*, 2012; Veintimilla *et al.*, 2013). Aquí se ha diferenciado ecosistemas según su composición florística utilizando parámetros de la vegetación como la composición de especies y valores cuantitativos (IVI).

9.2. Tipos de bosques y variables ambientales

Según los resultados de nuestro estudio tanto en variables de riqueza y estructura (área basal), son superiores en el bosque tres (B3), considerando el tamaño de los fustales. Este bosque está ubicado a mayor altitud donde existe menor temperatura. Estas variables comúnmente se asocian negativamente como es común en gradientes altitudinales térmicas de la región tropical (Rohde, 1992). Así mismo los resultados a nivel local difieren con los obtenidos por Homeier *et al.* (2010) en los andes orientales en el Sur del Ecuador donde disminuyen los parámetros de riqueza y área basal conforme se incrementa la altitud.

Esta contradicción posiblemente sea explicada por la edad de sucesión que cuidadosamente la asumimos como superior para el bosque tres (B3), ubicado a mayor altitud a diferencia de los bosques uno y dos (B1 y B2) que se encuentran ubicados a menor altitud. Estudios en bosques tropicales afirman que valores en parámetros de diversidad y estructura se asocian positivamente con las edades de los bosques secundarios (DeWalt *et al.*, 2003; Toledo & Salick, 2006). A nivel regional, los resultados registrados para el bosque tres (B3) son inferiores a los



obtenidos en sitios de menor altitud tanto en Perú, Bolivia y Ecuador (Girardin *et al.*, 2014).

9.3. Tipos de bosques, variación en la diversidad y estructura

Los resultados obtenidos mostraron una contundente variación en la diversidad de especies entre los diferentes bosques identificados. Sin embargo al no existir patrones de asociación con la altitud y temperatura similares a los existentes en los bosques de tierras bajas, nuestros resultados posiblemente sean explicados por la edad de la sucesión secundaria. Aquí variables ambientales y el tiempo marcan la diferencia en la composición florística y estructura de la vegetación (DeWalt *et al.*, 2003; Zanini *et al.*, 2014).

Esto puede ser validado si consideramos la presencia de especies pertenecientes a diferentes gremios ecológicos que nos permitan determinar el grado de sucesión, como se lo ha realizado en otros ecosistemas tropicales (Castellanos-Castro & Newton, 2015; DeWalt *et al.*, 2003). Dentro del bosque tres (B3) se registraron especies consideradas de sucesión avanzada o esciófitas (dentro de las 10 más importantes ecológicamente: *Ocotea infrafoveolata*, *Cyathea caracasana*, *Viburnum pichinchense*, *Weinmannia fagaroides*). Esto nos permite deducir la presencia de un bosque secundario de mayor edad, lo cual se valida bajo los resultados de Morales *et al.* (2013) quienes en su investigación realizada en Centro América indican que la mayor riqueza de especies esciófitas es similar entre bosques secundarios > 30 años con bosques maduros.

En los bosques uno y dos (B1 y B2) las heliófitas durables registradas dentro de las 10 más importantes ecológicamente, *Myrsine dependens*, *Hesperomeles ferruginea*, *Miconia poortmannii*, *Macleania rupestris*, *Vallea stipularis* y *Myrcianthes discolor* y *Oreocallis grandiflora* como heliófita efímera nos permite deducir que corresponden a bosques de sucesión temprana. Así mismo la variación en la composición de especies en los tres bosques posiblemente es explicado por el tiempo de recuperación, tipo de suelo, grado de fragmentación y cercanía a bosques primarios.

Las etapas de sucesión y pasados de los bosques deberían ser explicadas mediante estudios posteriores validando lo mencionado por Guariguata & Ostertag



(2001) quienes mencionan que cuando la tierra se ha utilizado con una intensidad baja o moderada y cuando las fuentes de semillas se encuentran próximas, la riqueza de especies leñosas se recupera rápidamente. Es así que en tan solo unas cuantas décadas se observará valores similares a los de un bosque primario. Sin embargo, conforme aumenta la intensidad con que se ha utilizado un terreno la riqueza de especies se recuperará más lentamente por factores como la compactación del suelo y las limitaciones espaciales que enfrenta la dispersión de semillas. Ante este enunciado y analizando nuestros resultados para las especies, el bosque tres (B3) se encontraría posiblemente en un estado de rápida recuperación a diferencia de los bosques uno y dos (B1 y B2) que presentaron valores casi similares donde la riqueza de sus especies se recupera más lentamente.

En cuánto a la variación en la estructura, a nivel de fustales se registraron los mayores valores de abundancia para el bosque tres (B3) (1262 N/ha). Estos resultados son superiores a los registrados por Jadán *et al.* (2015) en bosques primarios del Ecuador (633,8 N/ha) y por Bascopé & Jorgensen (2005) en bosques maduros andinos en Bolivia (650 N/ha). Los valores de abundancia a nivel de latizales son superiores en los bosques uno y dos (B1 y B2) ratificando que son bosques jóvenes con alto número de individuos de menor tamaño lo que se articula con las especies pioneras (heliófitas efímeras) y de sucesión intermedia (heliófitas durables). De igual manera los valores en área basal son mayores en el bosque tres (B3) ubicado a mayor altitud que es el que probablemente se encuentra en un estado de sucesión más avanzada. Esto permite deducir que el área basal se relaciona directa y positivamente con la edad de los bosques, como lo afirman Yepes *et al.* (2010) y Peña-Claros (2003). A nivel de fustales, el bosque tres (B3) que presentó los mayores valores para abundancia y área basal posiblemente se encuentre en un mayor estado de conservación y la mayor posibilidad de ser sujeto a actividades de manejo.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

En los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis se diferenciaron tres tipos de bosques con base a la composición florística y el Índice de Valor de Importancia (IVI).

En el bosque uno (B1) sobresalen las especies *Oreocallis grandiflora*, *Myrsine dependens* y *Hesperomeles ferruginea*; en el bosque dos (B2) *Weinmannia fagaroides*, *Myrsine dependens* y *Hesperomeles ferruginea*. En el bosque tres (B3) *Hedyosmum cumbalense*, *Ocotea infrafoveolata* y *Cyathea caracasana*, según el Índice de valor de importancia (IVI). Es así que estas son las especies más importantes ecológicamente.

En individuos con DAP ≥ 10 cm (fustales), las especies esciófitas presentes en el bosque tres (B3) registraron los mayores valores en cuanto a riqueza de especies, por lo que este bosque posiblemente sea un bosque secundario de sucesión avanzada. Además, probablemente se encuentre en un mayor estado de conservación y la mayor posibilidad de ser sujeto a actividades de manejo. Los bosques uno y dos (B1 y B2) posiblemente sean bosques secundarios de sucesión temprana por la poca presencia de fustales, donde predominan en riqueza y densidad individuos con diámetros entre 5 – 10 cm de DAP. Aquí también están presentes con mayor riqueza especies heliófitas durables y efímeras, que son consideradas como indicadoras de sucesión temprana.

Con base a la información generada en este estudio, con alta diversidad de especies leñosas, estos bosques se constituyen de alta importancia por los servicios ecosistémicos que brindan. Entre ellos está la protección y regulación hidrológica vinculada con el recurso agua que sirve para las comunidades asentadas en las partes bajas. Es así que el manejo y conservación de sus recursos florísticos se torna un tema prioritario.

10.2. Recomendaciones

Socializar los resultados con el fin de concienciar a las comunidades aledañas por intermedio de las entidades u organismos competentes sobre la importancia de



cuidar y preservar la vegetación natural de estos ecosistemas forestales, mediante campañas de promoción y educación para la conservación de los recursos naturales.

Realizar estudios dentro de estos ecosistemas donde se involucre la fenología de los individuos más representativos presentes en los tres tipos de bosques. Así mismo comparar estos datos con los de bosques primarios para establecer relaciones cronológicas de restauración pasiva en estos ecosistemas.



11. BIBLIOGRAFÍA

- Aide, T. M., Zimmerman, J. K., Herrera, L., Rosario, M., & Serrano, M. (1995). Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 77(1-3), 77-86.
- Bascope, S. F., & Jorgensen, P. (2005). Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia*, 40(3), 365-379.
- Batistella, M., & Moran, E. F. (2005). Dimensões humanas do uso e cobertura das terras na Amazônia: uma contribuição do LBA. *Acta Amazônica*, 35(2), 239-247.
- Bommarco, R., Kleijn, D., & Potts, S. G. (2013). Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(4), 230-238.
- Bourgeron, P. (1983). Spatial aspects of vegetation structure *ECOSYSTEMS OF THE WORLD*. 1983.
- Brokaw, N. V., & Scheiner, S. M. (1989). Species composition in gaps and structure of a tropical forest. *Ecology*, 70(3), 538-541.
- Bussmann, R. W. (2004). Regeneration and succession patterns in African, Andean and Pacific tropical mountain forests: the role of natural and anthropogenic disturbance. *Lyonia*, 6(1), 93-111.
- Caritat, A., Molinas, M., & Oliva, M. (1992). El crecimiento radial del alcornoque en cinco parcelas de alcornocal de Girona. *Scientia Gerundensis*, 18, 73-83.
- Cascante, A., & Estrada, A. (2001). Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 213-225.
- Castellanos-Castro, C., & Newton, A. C. (2015). Environmental heterogeneity influences successional trajectories in Colombian seasonally dry tropical forests. *Biotropica*, 47(6), 660-671.



- Cayuela, L., Benayas, J. M. R., & Echeverría, C. (2006). Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975–2000). *Forest Ecology and Management*, 226(1), 208-218.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.
- Chain-Guadarrama, A., Finegan, B., Vilchez, S., & Casanoves, F. (2012). Determinants of rain-forest floristic variation on an altitudinal gradient in southern Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 28(5), 463-481.
- Chazdon, R. L. (2008). Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320(5882), 1458-1460.
- Chust, G., Chave, J., Condit, R., Aguilar, S., Lao, S., & Pérez, R. (2006). Determinants and spatial modeling of tree β -diversity in a tropical forest landscape in Panama. *Journal of Vegetation Science*, 17(1), 83-92.
- DeWalt, S. J., Maliakal, S. K., & Denslow, J. S. (2003). Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management*, 182(1), 139-151.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., & Versión, C. R. I. (2016). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Pla, L., Vilchez, S., & Di Rienzo, M. J. (2010). Qeco-Quantitative ecology software: A collaborative approach. *Revista Latinoamericana de Conservación | Latin American Journal of Conservation*, 1(1).
- Donovan, T. M., & Flather, C. H. (2002). Relationships among North American songbird trends, habitat fragmentation, and landscape occupancy. *Ecological Applications*, 12(2), 364-374.
- Echeverri, D., & MA Harper, G. (2009). Fragmentación y deforestación como indicadores del estado de los ecosistemas en el Corredor de Conservación Choco-Manabí (Colombia-Ecuador) Analysis of deforestation and



- fragmentation as ecosystem-state indicators in the Choco-Manabi Conservation Corridor (Colombia-Ecuador). *Recursos Naturales y Ambiente (CATIE)*, 58, 78-88.
- ETAPA-EP. (2011). *Campaña PRIDE "Juntos por el Río Yanuncay"*. Cuenca: Subgerencia de Gestión Ambiental de ETAPA-EP
- Finegan, B. (1993). Los gremios de especies forestales. *Turrialba Costa Rica*.
- Finegan, B. (1996). Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(3), 119-124.
- Finegan, B., & Delgado, D. (2000). Structural and Floristic Heterogeneity in a 30-Year-Old Costa Rican Rain Forest Restored on Pasture Through Natural Secondary Succession. *Restoration Ecology*, 8(4), 380-393.
- Finegan, B., Santiago-García, R. J., Mulkey, S. S., & Bosque-Pérez, N. A. (2013). Neotropical forest succession: structural, functional and phylogenetic composition of secondary forests in the San Juan-La Selva Biological Corridor, Costa Rica. *Communities*, 93(8), 570-582.
- Finol U, H., & Finol U, H. (1976). Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas. *Acta Botánica Venezuelica*, 11(1/4), 15-103.
- Fisher, R. A., Corbet, A. S., & Williams, C. B. (1943). The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *The Journal of Animal Ecology*, 42-58.
- GAD-TARQUI. (2014). *Contenidos principales de los instrumentos de planificación del desarrollo y del ordenamiento territorial*. Cuenca: SNI.
- Galeas, R., Báez, S., Salgado, S., Santania, J., Cuesta, F., Peralvo, M., . . . Toasa, G. (2010). *Propuesta Metodológica para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito.
- Gallegos, A., Gonzales, G., Hernández, E., & Castañeda, J. (2008). Determinación de gremios ecológicos de ocho especies arbóreas de un bosque tropical de Jalisco, México (pp. 10). Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río "Hnos. Saiz Montes de Oca".



- Girardin, C. A., Farfan-Ríos, W., García, K., Feeley, K. J., Jørgensen, P. M., Murakami, A. A., . . . Fuentes Claros, A. F. (2014). Spatial patterns of above-ground structure, biomass and composition in a network of six Andean elevation transects. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1-2), 161-171.
- Gray, C. L., & Bilsborrow, R. E. (2014). Consequences of out-migration for land use in rural Ecuador. *Land Use Policy*, 36, 182-191.
- Guariguata, M. R., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148(1), 185-206.
- Günter, S., Weber, M., Erreis, R., & Aguirre, N. (2007). Influence of distance to forest edges on natural regeneration of abandoned pastures: a case study in the tropical mountain rain forest of Southern Ecuador. *European Journal of Forest Research*, 126(1), 67-75.
- Harman, R. R. (2014). *Diversity and Distribution of Plant Communities Related to Forest Fragment Size, Shape, Age, and Structure*. Indiana University, Fort Wayne.
- Homeier, J., Breckle, S. W., Günter, S., Rollenbeck, R. T., & Leuschner, C. (2010). Tree diversity, forest structure and productivity along altitudinal and topographical gradients in a species-rich Ecuadorian montane rain forest. *Biotropica*, 42(2), 140-148.
- Hunter Jr, M. L., & Gibbs, J. P. (2009). *Fundamentals of Conservation Biology* (3 ed.). Singapore: Blackwell Publishing.
- Jadán, O., Cifuentes, M., Torres, B., Selesi, D., Veintimilla, D., & Günter, S. (2015). Influence of tree cover on diversity, carbon sequestration and productivity of cocoa systems in the Ecuadorian *Bois Et Forêts Des Tropiques*, 325(3), 35-47.
- Jadán, O., Veintimilla, D., Ponce, E., González, M., Waise, H., & Aguirre, Z. (2014). Identification and floristic characterization of natural forests in the Bosque Protector Chongón Colonche, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 3, 7-14.



- Jaeger, J. A. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15(2), 115-130.
- Jørgensen, P. M., & León-Yáñez, S. (1999). Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 75, 1-1181.
- Kageyama, P., Santarelli, E., Gandara, F. B., Gonçalves, J. C., Simionato, J. L., Antikeira, L. R., & Geres, W. (1994). *Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação com alta diversidade*. Paper presented at the Simpósio Sul-Americano Simpósio Nacional Recuperação de Areas Degradadas, 2.
- Lamprecht, M. (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido.
- Lohbeck, M., Poorter, L., Martínez-Ramos, M., Rodríguez-Velázquez, J., Breugel, M., & Bongers, F. (2014). Changing drivers of species dominance during tropical forest succession. *Functional Ecology*, 28(4), 1052-1058.
- MAE. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- MAGAP. (2014). Inventario de recursos naturales. Quito.
- Magurran, A. E. (1988). Why diversity? *Ecological diversity and its measurement* (pp. 1-5). Oxford Springer Netherlands.
- Magurran, A. E., & McGill, B. J. (2011). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. New York: Oxford University Press.
- Manson, R., Hernández, V., Gallina, S., & Mehlreter, K. (2008). *Agroecosistemas cafeteros de Veracruz. Biodiversidad, manejo y conservación*. México.
- Manzanero, M., & Rivas, M. (2003). *Monitoreo continuo en las actividades de aprovechamiento forestal.. (Documento tomado del taller "Plan de Monitoreo continuo" En unidades de manejo comunitarias de la reserva de la Biosfera Maya, Petén-Guatemala*. Peten.



- Marsik, M., Stevens, F. R., & Southworth, J. (2011). Amazon deforestation: Rates and patterns of land cover change and fragmentation in Pando, northern Bolivia, 1986 to 2005. *Progress in Physical Geography*, 35(3), 23.
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.
- Morales, M., Vilchez, B., Chazdon, R. L., Malavasi, E. O., & Bonilla, M. G. (2013). Estructura, composición y diversidad vegetal en bosques tropicales del Corredor Biológico Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 10(24), 1-13.
- Moreno, C. E. (2001). *Manual de métodos para medir la biodiversidad. M&T - Manuales y Tesis SEA (Vol. 1)*. Zaragoza.
- Muñiz-Castro, M. A., Williams-Linera, G., & Martínez-Ramos, M. (2012). Dispersal mode, shade tolerance, and phytogeographical affinity of tree species during secondary succession in tropical montane cloud forest. *Plant Ecology*, 213(2), 339-353.
- Murrieta, E., Finegan, B., Delgado, D., Villalobos Soto, R., & Campos Arce, J. J. (2007). Identificación y caracterización florística de bosques naturales en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* (51-52).
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.
- Peña-Claros, M. (2003). Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon1. *Biotropica*, 35(4), 450-461.
- Pinelo, G. (2004). Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. *Reserva de la Biósfera Maya, Petén Guatemala. WWF-PROARCA. Serie Técnica*, 4, 49.
- Puyravaud, J.-P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3), 593-596.



- Reganold, J. P., Elliott, L. F., & Unger, Y. L. (1987). Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature*, 330, 370-372.
- Ricketts, T. H., Daily, G. C., & Ehrlich, P. R. (2002). Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation*, 103(3), 361-370.
- Ríos, J. (2008). *Bases técnicas para el manejo forestal en bosques secundarios* (Vol. 2). San Ramón.
- Robinson, G.-T., Betancur, J., & Cadena-M, J. J. (2003). Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del Santuario de Flora y Fauna Guanenta-Alto Rio Fonce, Cordillera Oriental colombiana. *Caldasia*, 25(2), 313-335.
- Rohde, K. (1992). Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos*, 65(3), 514-527.
- Rozendaal, D., & Chazdon, R. L. (2015). Demographic drivers of tree biomass change during secondary succession in northeastern Costa Rica. *Ecological Applications*, 25(2), 506-516.
- Rudel, T. A., & Horowitz, B. (2013). *Tropical deforestation: Small farmers and land clearing in Ecuadorian Amazon*. New York: Columbia University Press.
- Saldarriaga, J. G. (1994). *Recovery of the jungle on "Tierra firme" in the upper Río Negro region of Amazonía in Colombia and Venezuela* (1 ed. Vol. 5): TROPENBOS COLOMBIA.
- Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. *Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends*, 10, 51.
- Smith, R., & Smith, T. (2007). Ecología: Comunidades. *Eds. Capella, F*, 4, 350-356.
- Sonco, R. (2014). *Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades del bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.



- Stevenson, P. R., & Rodríguez, M. E. (2008). Determinantes de la composición florística y efectos de borde en un fragmento de bosque en la Guaviare, Amazonía colombiana. *Revista Colombiana Forestal*, 11, 5-7.
- Tambosi, L. R., Martensen, A. C., Ribeiro, M. C., & Metzger, J. P. (2014). A framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. *Restoration Ecology*, 22(2), 169-177.
- Toledo, M., & Salick, J. (2006). Secondary Succession and Indigenous Management in Semideciduous Forest Fallows of the Amazon Basin1. *Biotropica*, 38(2), 161-170.
- Veintimilla, D., Finegan, B., Delgado, D., Vilchez, S., Imbach, P., & Zamora, N. (2013). *Identificación y caracterización de tipos de bosque tropical sobre un gradiente altitudinal en Costa Rica: el caso "Caribe-Villa Mills"*. CATIE, Turrialba.
- Vieira, D. L., & Scariot, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology*, 14(1), 11-20.
- Yepes, A. P., del Valle, J. I., Jaramillo, S. L., & Orrego, S. A. (2010). Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 427-445.
- Zanini, K., Bergamin, R., Machado, R., Pillar, V., & Müller, S. (2014). Atlantic rain forest recovery: successional drivers of floristic and structural patterns of secondary forest in Southern Brazil. *Journal of Vegetation Science*, 25(4), 1056-1068.
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 1-17.



12. ANEXOS

Anexo 1. Inventario florístico en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Especies	Familia	Nombre común
<i>Aegiphila monticola</i> Moldenke	Verbenaceae	
<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	Lauraceae	
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	
<i>Aniba riparia</i> (Nees) Mez	Lauraceae	
<i>Aniba</i> sp.	Lauraceae	
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	
<i>Baccharis elaeagnoides</i> Steud. ex Sch.Bip.	Asteraceae	
<i>Baccharis</i> sp.	Asteraceae	Romerillo
<i>Berberis rigida</i> Hieron.	Berberidaceae	Motemuro
<i>Cestrum</i> sp.	Solanaceae	
<i>Cestrum tomentosum</i> L. f.	Solanaceae	
<i>Clethra ferruginea</i> Ruiz & Pav.	Clethraceae	Tulapa
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.	Clethraceae	Tulapa
<i>Clethra ovalifolia</i> Turcz.	Clethraceae	Tulapa
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Clethraceae	Tulapa
<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	Cornaceae	
<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	Asteraceae	
<i>Critoniopsis</i> sp.	Asteraceae	
<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	
<i>Cyathea caracasana</i> var. <i>maxonii</i> (Underw.) R.M. Tryon	Cyatheaceae	Helecho
<i>Cybianthus marginatus</i> (Benth.) Pipoly	Myrsinaceae	
<i>Duranta mutisii</i> L. f.	Verbenaceae	
<i>Duranta obtusifolia</i> Kunth	Verbenaceae	
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	Grossuralaceae	Chachaco



Continuación... Inventario florístico en los sitios de Pillachquir, Gañadel e Irquis.

Especies	Familia	Nombre común
<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	Asteraceae	Cota
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Loranthaceae	Violeta de campo
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Ericaceae	
<i>Geissanthus andinus</i> Mez	Myrsinaceae	
<i>Geissanthus</i> sp.	Myrsinaceae	
<i>Guettarda aromatica</i> Poepp. & Endl.	Rubiaceae	
<i>Gynoxys azuayensis</i> Cuatrec.	Asteraceae	Tucshi
<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	Tucshi
<i>Gynoxys hallii</i> Hieron.	Asteraceae	Tucshi
<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	Tucshi
<i>Gynoxys validifolia</i> Cuatrec.	Asteraceae	Tucshi
<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	Chloranthaceae	
<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms	Chloranthaceae	
<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Chloranthaceae	
<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	Rosaceae	Halo
<i>Persea mutisii</i> Kunth	Lauraceae	
<i>Persea</i> sp.	Lauraceae	
<i>Piper bogotense</i> C. DC.	Piperaceae	
<i>Piper andreanum</i> C. DC.	Piperaceae	
<i>Prunus opaca</i> (Benth.)	Rosaceae	
<i>Prunus ovalis</i> var. <i>nummularia</i> Koehne	Rosaceae	
<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Rhamnaceae	Aliso amarillo
<i>Saurauia</i> sp.	Actinidaceae	
<i>Saurauia tomentosa</i> (Kunth) Spreng.	Actinidaceae	Moquillo
<i>Siparuna tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Monimiaceae	



Continuación... Inventario florístico en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Especies	Familia	Nombre común
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae	Turpo
<i>Solanum cutervanum</i> Zahlbr.	Solanaceae	
<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter	Solanaceae	
<i>Stylogyne</i> sp.	Myrsinaceae	
<i>Styrax foveolaria</i> Perkins	Styracaceae	Duraznillo
<i>Styrax loxensis</i> Perkins	Styracaceae	
<i>Symplocos canescens</i> B. Stahl	Symplocaceae	
<i>Symplocos quitensis</i> Brand	Symplocaceae	
<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	Melastomataceae	
<i>Tournefortia brevilobata</i> K. Krause	Boraginaceae	
<i>Tournefortia scabrida</i> Kunth.	Boraginaceae	
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Elaeocarpaceae	Sacha capulí
<i>Verbesina klattii</i> B.L. Rob. & Greenm.	Asteraceae	
<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	Asteraceae	
<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	Caprifoliaceae	Rañas
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Caprifoliaceae	Rañas
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	Cunnoniaceae	Sarar
<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	Cunnoniaceae	

Anexo 2. Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
1	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	Proteaceae	15,2	14,0	3,5	32,7	10,9
1	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Myrsinaceae	14,9	9,8	4,9	29,6	9,9
1	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	Rosaceae	10,9	9,2	4,2	24,3	8,1
1	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	Myricaceae	5,8	8,5	2,8	17,1	5,7
1	<i>Miconia poortmannii</i> (Cogn.) Wurdack.	Melastomataceae	5,9	4,9	4,2	15,1	5,0
1	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Elaeocarpaceae	5,2	4,6	4,2	14,1	4,7
1	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	Grossuralaceae	3,4	5,3	2,8	11,5	3,8
1	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	Cunnoniaceae	3,4	4,1	3,5	11,0	3,7
1	<i>Oreopanax avicennifolia</i> (Kunth) Decne. & Planch.	Araliaceae	2,4	3,2	2,8	8,4	2,8
1	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Myrsinaceae	1,7	3,4	2,8	7,9	2,6
1	<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	Asteraceae	2,5	3,4	1,4	7,3	2,4
1	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	Araliaceae	1,3	2,4	3,5	7,2	2,4
1	<i>Symplocos quitensis</i> Brand	Symplocaceae	1,4	4,3	1,4	7,1	2,4
1	<i>Gynoxys azuayensis</i> Cuatrec.	Asteraceae	1,7	2,5	2,8	7,1	2,4
1	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	Caprifoliaceae	1,5	2,0	2,1	5,6	1,9
1	<i>Gynoxys hallii</i> Hieron.	Asteraceae	1,7	1,0	2,8	5,5	1,8
1	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	Proteaceae	0,9	0,9	3,5	5,3	1,8
1	<i>Symplocos canescens</i> B. Stahl	Symplocaceae	1,9	1,6	1,4	4,9	1,6
1	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Caprifoliaceae	1,5	1,2	2,1	4,8	1,6
1	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Rhamnaceae	1,5	1,0	2,1	4,6	1,5
1	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	Myrtaceae	1,0	0,8	2,1	3,9	1,3

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
1	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	1,0	0,5	2,1	3,6	1,2
1	<i>Clethra ovalifolia</i> Turcz.	Clethraceae	0,6	0,9	2,1	3,6	1,2
1	<i>Styrax loxensis</i> Perkins	Styracaceae	1,3	0,8	1,4	3,6	1,2
1	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.	Clethraceae	0,9	1,5	0,7	3,1	1,0
1	<i>Maytenus andicola</i> Loes.	Celastraceae	0,6	0,4	2,1	3,1	1,0
1	<i>Persea brevipes</i> Meisn.	Lauraceae	0,5	0,4	2,1	3,1	1,0
1	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	Ericaceae	0,5	0,4	2,1	3,0	1,0
1	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	0,8	0,5	1,4	2,7	0,9
1	<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	Melastomataceae	0,5	1,3	0,7	2,5	0,8
1	<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	Asteraceae	0,4	0,5	1,4	2,3	0,8
1	<i>Ilex rupicola</i> Kunth	Aquifoliaceae	0,8	0,6	0,7	2,1	0,7
1	<i>Berberis rigida</i> Hieron.	Berberidaceae	0,4	0,3	1,4	2,1	0,7
1	<i>Clethra ferruginea</i> Ruiz & Pav.	Clethraceae	0,7	0,5	0,7	1,9	0,6
1	<i>Saurauia tomentosa</i> (Kunth) Spreng.	Actinidiaceae	0,7	0,4	0,7	1,8	0,6
1	<i>Maytenus</i> sp.	Celastraceae	0,2	0,1	1,4	1,7	0,6
1	<i>Persea</i> sp.	Lauraceae	0,5	0,5	0,7	1,7	0,6
1	<i>Cybianthus marginatus</i> (Benth.) Pipoly	Myrsinaceae	0,2	0,1	1,4	1,7	0,6
1	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	0,4	0,4	0,7	1,5	0,5
1	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	Melastomataceae	0,4	0,2	0,7	1,3	0,4
1	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	Myrtaceae	0,2	0,3	0,7	1,2	0,4
1	<i>Miconia salicifolia</i> Naudin	Melastomataceae	0,2	0,1	0,7	1,0	0,3
1	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Loranthaceae	0,1	0,2	0,7	1,0	0,3

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
1	<i>Piper bogotense</i> C. DC.	Piperaceae	0,2	0,1	0,7	1,0	0,3
1	<i>Prunus opaca</i> (Benth.)	Rosaceae	0,2	0,1	0,7	1,0	0,3
1	<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	Cornaceae	0,2	0,1	0,7	1,0	0,3
1	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter	Solanaceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Clethraceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Baccharis</i> sp.	Asteraceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Critoniopsis</i> sp.	Asteraceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Gynoxys validifolia</i> Cuatrec.	Asteraceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	Asteraceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Ocotea rotundata</i> van der Werff	Lauraceae	0,1	0,1	0,7	0,9	0,3
1	<i>Persea mutisii</i> Kunth	Lauraceae	0,1	0,0	0,7	0,9	0,3
1	<i>Baccharis elaeagnoides</i> Steud. ex Sch.Bip.	Asteraceae	0,1	0,0	0,7	0,9	0,3
1	<i>Duranta obtusifolia</i> Kunth	Verbenaceae	0,1	0,0	0,7	0,9	0,3
1	<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	Lauraceae	0,1	0,0	0,7	0,8	0,3
1	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	Lauraceae	0,1	0,0	0,7	0,8	0,3
1	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae	0,1	0,0	0,7	0,8	0,3
2	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	Cunnoniaceae	45	44,1	5,1	94,2	31,4
2	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Myrsinaceae	11,2	9,9	5,1	26,1	8,7
2	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	Rosaceae	6,1	8,0	5,1	19,2	6,4
2	<i>Miconia poortmannii</i> (Cogn.) Wurdack.	Melastomataceae	6,2	7,7	5,1	18,9	6,3

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
2	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	Myrtaceae	2,5	3,1	4,0	9,6	3,2
2	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.	Clethraceae	2,5	3,9	3,0	9,4	3,1
2	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	Ericaceae	2,4	1,4	5,1	8,8	2,9
2	<i>Oreopanax avicennifolia</i> (Kunth) Decne. & Planch.	Araliaceae	2,4	2,5	3,0	7,9	2,6
2	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	Proteaceae	1,9	1,9	4,0	7,8	2,6
2	<i>Maytenus andicola</i> Loes.	Celastraceae	1,3	1,0	5,1	7,4	2,5
2	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Elaeocarpaceae	1,9	1,2	4,0	7,1	2,4
2	<i>Symplocos quitensis</i> Brand	Symplocaceae	2,2	2,2	2,0	6,4	2,1
2	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Ericaceae	2,2	1,7	2,0	5,9	2,0
2	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Loranthaceae	1,8	0,9	3,0	5,7	1,9
2	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	Proteaceae	0,8	0,6	4,0	5,4	1,8
2	<i>Clethra ovalifolia</i> Turcz.	Clethraceae	1,7	2,5	1,0	5,2	1,7
2	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Clethraceae	1,1	1,0	2,0	4,2	1,4
2	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	Araliaceae	0,6	0,3	3,0	4,0	1,3
2	<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Chloranthaceae	0,9	1,3	1,0	3,2	1,1
2	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	Myrtaceae	0,5	0,4	2,0	2,9	1,0
2	<i>Maytenus</i> sp.	Celastraceae	0,4	0,3	2,0	2,7	0,9
2	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Rhamnaceae	0,3	0,1	2,0	2,4	0,8
2	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Caprifoliaceae	0,2	0,1	2,0	2,3	0,8
2	<i>Gynoxys azuayensis</i> Cuatrec.	Asteraceae	0,2	0,1	2,0	2,3	0,8

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
2	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Myrsinaceae	0,5	0,7	1,0	2,2	0,7
2	<i>Ilex rupicola</i> Kunth	Aquifoliaceae	0,2	0,8	1,0	2,0	0,7
2	<i>Aniba riparia</i> (Nees) Mez	Lauraceae	0,3	0,3	1,0	1,6	0,5
2	<i>Ilex myricoides</i> Kunth	Aquifoliaceae	0,2	0,2	1,0	1,4	0,5
2	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	Caprifoliaceae	0,2	0,2	1,0	1,4	0,5
2	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro	Lauraceae	0,2	0,2	1,0	1,4	0,5
2	<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms	Chloranthaceae	0,2	0,1	1,0	1,3	0,4
2	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	Lauraceae	0,2	0,1	1,0	1,3	0,4
2	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	0,2	0,1	1,0	1,3	0,4
2	<i>Lomatia obliqua</i> R.Br.	Proteaceae	0,2	0,1	1,0	1,3	0,4
2	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Lauraceae	0,1	0,2	1,0	1,3	0,4
2	<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F.Blake) Panero	Asteraceae	0,1	0,2	1,0	1,3	0,4
2	<i>Aniba</i> sp.	Lauraceae	0,1	0,1	1,0	1,2	0,4
2	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter	Solanaceae	0,1	0,1	1,0	1,2	0,4
2	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	Melastomataceae	0,1	0,1	1,0	1,2	0,4
2	<i>Symplocos canescens</i> B. Stahl	Symplocaceae	0,1	0,1	1,0	1,2	0,4
2	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	0,1	0,1	1,0	1,2	0,4
2	<i>Cestrum</i> sp.	Solanaceae	0,1	0,1	1,0	1,2	0,4
2	<i>Cybianthus marginatus</i> (Benth.) Pipoly	Myrsinaceae	0,1	0,0	1,0	1,2	0,4
2	<i>Lepidaploa sordipaposa</i> (Hieron) H. Rob	Asteraceae	0,1	0,0	1,0	1,2	0,4
2	<i>Verbesina klattii</i> B.L. Rob. & Greenm.	Asteraceae	0,1	0,0	1,0	1,2	0,4
2	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	Melastomataceae	0,1	0,0	1,0	1,2	0,4

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
2	<i>Prunus ovalis</i> var. <i>nummularia</i> Koehne	Rosaceae	0,1	0,0	1,0	1,2	0,4
3	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	Chloranthaceae	14,2	16,0	4,7	34,8	11,6
3	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	Lauraceae	9,6	17,5	2,9	30,0	10,0
3	<i>Cyathea caracasana</i> var. <i>maxonii</i> (Underw.) R.M. Tryon	Cyatheaceae	8,2	10,8	1,8	20,8	6,9
3	<i>Gynoxys azuayensis</i> Cuatrec.	Asteraceae	7,3	6,7	3,5	17,5	5,8
3	<i>Symplocos quitensis</i> Brand	Symplocaceae	4,1	5,7	4,1	13,9	4,6
3	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	Caprifoliaceae	4,1	6,8	2,9	13,9	4,6
3	<i>Miconia poortmannii</i> (Cogn.) Wurdack.	Melastomataceae	5,7	3,1	4,7	13,5	4,5
3	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	Cunnoniaceae	4,3	4,0	4,7	12,9	4,3
3	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Loranthaceae	3,4	2,7	3,5	9,6	3,2
3	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	3,5	3,0	2,9	9,5	3,2
3	<i>Oreopanax avicennifolia</i> (Kunth) Decne. & Planch.	Araliaceae	3,0	1,3	4,7	9,0	3,0
3	<i>Piper andreanum</i> C. DC.	Piperaceae	4,1	1,7	2,9	8,7	2,9
3	<i>Gynoxys hallii</i> Hieron.	Asteraceae	2,2	1,4	2,9	6,6	2,2
3	<i>Berberis rigida</i> Hieron.	Berberidaceae	3,4	0,9	1,8	6,1	2,0
3	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	Araliaceae	1,6	1,3	2,9	5,8	1,9
3	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Elaeocarpaceae	2,2	1,8	1,2	5,2	1,7
3	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	Grossuralaceae	1,2	1,8	1,2	4,2	1,4
3	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Caprifoliaceae	1,1	0,5	2,3	3,9	1,3
3	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	Cunnoniaceae	0,7	2,5	0,6	3,7	1,2
3	<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	Asteraceae	1,1	0,7	1,8	3,5	1,2
3	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	Ericaceae	0,8	0,2	2,3	3,3	1,1

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
3	<i>Aniba riparia</i> (Nees) Mez	Lauraceae	0,5	0,8	1,8	3,1	1,0
3	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae	0,6	0,2	1,8	2,6	0,9
3	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro	Lauraceae	0,6	0,2	1,8	2,5	0,8
3	<i>Geissanthus andinus</i> Mez	Myrsinaceae	0,5	0,7	1,2	2,4	0,8
3	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.	Clethraceae	0,4	1,4	0,6	2,4	0,8
3	<i>Persea brevipes</i> Meisn.	Lauraceae	0,5	0,1	1,8	2,3	0,8
3	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Myrsinaceae	0,7	0,4	1,2	2,2	0,7
3	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae	0,3	0,5	1,2	2	0,7
3	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Melastomataceae	0,6	0,1	1,2	1,9	0,6
3	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	Melastomataceae	0,6	0,1	1,2	1,9	0,6
3	<i>Miconia cladonia</i> Gleason	Melastomataceae	1,0	0,3	0,6	1,9	0,6
3	<i>Ilex myricoides</i> Kunth	Aquifoliaceae	0,2	0,5	1,2	1,9	0,6
3	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	0,5	0,1	1,2	1,8	0,6
3	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Myrsinaceae	0,5	0,1	1,2	1,8	0,6
3	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	Rosaceae	0,5	0,4	0,6	1,5	0,5
3	<i>Solanum cutervanum</i> Zahlbr.	Solanaceae	0,7	0,2	0,6	1,4	0,5
3	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	0,5	0,3	0,6	1,4	0,5
3	<i>Cestrum tomentosum</i> L. f.	Solanaceae	0,5	0,3	0,6	1,3	0,4
3	<i>Guettarda aromatica</i> Poepp. & Endl.	Rubiaceae	0,1	0,6	0,6	1,3	0,4
3	<i>Tournefortia scabrida</i> Kunth.	Boraginaceae	0,5	0,2	0,6	1,2	0,4
3	<i>Tournefortia brevilobata</i> K. Krause	Boraginaceae	0,3	0,3	0,6	1,1	0,4
3	<i>Lepechinia mollis</i> Epling	Lamiaceae	0,3	0,2	0,6	1,1	0,4
3	<i>Lochroma cornifolium</i> (Kunth) Miers	Solanaceae	0,3	0,1	0,6	1,0	0,3

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
3	<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth) Cass.	Asteraceae	0,2	0,2	0,6	1,0	0,3
3	<i>Maytenus andicola</i> Loes.	Celastraceae	0,2	0,1	0,6	0,9	0,3
3	<i>Baccharis</i> sp.	Asteraceae	0,2	0,1	0,6	0,8	0,3
3	<i>Aegiphila monticola</i> Moldenke	Verbenaceae	0,2	0,0	0,6	0,8	0,3
3	<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	Melastomataceae	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3
3	<i>Siparuna tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Monimiaceae	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3
3	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	Myrtaceae	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3
3	<i>Ilex rupicola</i> Kunth	Aquifoliaceae	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3
3	<i>Gynoxys validifolia</i> Cuatrec.	Asteraceae	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3
3	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	Lauraceae	0,1	0,1	0,6	0,7	0,2
3	<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Chloranthaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Stylogyne</i> sp.	Myrsinaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem.	Araliaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Critoniopsis</i> sp.	Asteraceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Duranta mutisii</i> L. f.	Verbenaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Cybianthus marginatus</i> (Benth.) Pipoly	Myrsinaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Ericaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Myrcianthes</i> sp.	Myrtaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Geissanthus</i> sp.	Myrsinaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Symplocos canescens</i> B. Stahl	Symplocaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	Asteraceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Monninia arbuscula</i> Chodat	Polygalaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2



Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de bosque en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Bosque	Nombre científico	Familia	DR	DoR	FR	IVI	IVI%
3	<i>Saurauia</i> sp.	Actinidaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Styrax foveolaria</i> Perkins	Styracaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Lochroma</i> sp.	Solanaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	Rosaceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
3	<i>Baccharis elaeagnoides</i> Steud. ex Sch.Bip.	Asteraceae	0,1	0,0	0,6	0,7	0,2
Total			300	300	300	900	300

Anexo 3. Sitios de estudio en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca.



Bosques remanentes



Inspección de sitios de estudio



Almacenamiento del recurso hídrico



Zonas de captación hídrica



Implementación de parcelas permanentes



Numeración de cada individuo y recolección de datos

Continuación... Sitios de estudio en los sitios de Pillachquir, Gañadel e Irquis del Cantón Cuenca.



Recolección de muestras



Codificación de muestras



Representantes de ETAPA EP y Universidad de Cuenca



Equipo de trabajo

Anexo 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) de cinco especies con el mayor peso ecológico en los tres tipos de bosques en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.



B1
Oreocallis grandiflora (Lam.) R. Br.



B1 y B2
Myrsine dependens (Ruiz & Pav.) Spreng.



B1 y B2
Hesperomeles ferruginea (Pers.) Benth.



B1
Morella parvifolia (Benth.) Parra-Os.



B1 y B2
Miconia poortmannii (Cogn.) Wurdack.



B2
Weinmannia fagaroides Kunth

Continuación... Índice de Valor de Importancia (IVI) de cinco especies con el mayor peso ecológico en los tres tipos de bosques en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.



B2
Myrcianthes discolor (Kunth) McVaugh



B3
Hedyosmum cumbalense H. Karst.



B3
Ocotea infrafoveolata van der Werff



B3
Cyathea caracasana var. *maxonii* (Underw.)
R.M. Tryon



B3
Gynoxys azuayensis Cuatrec.

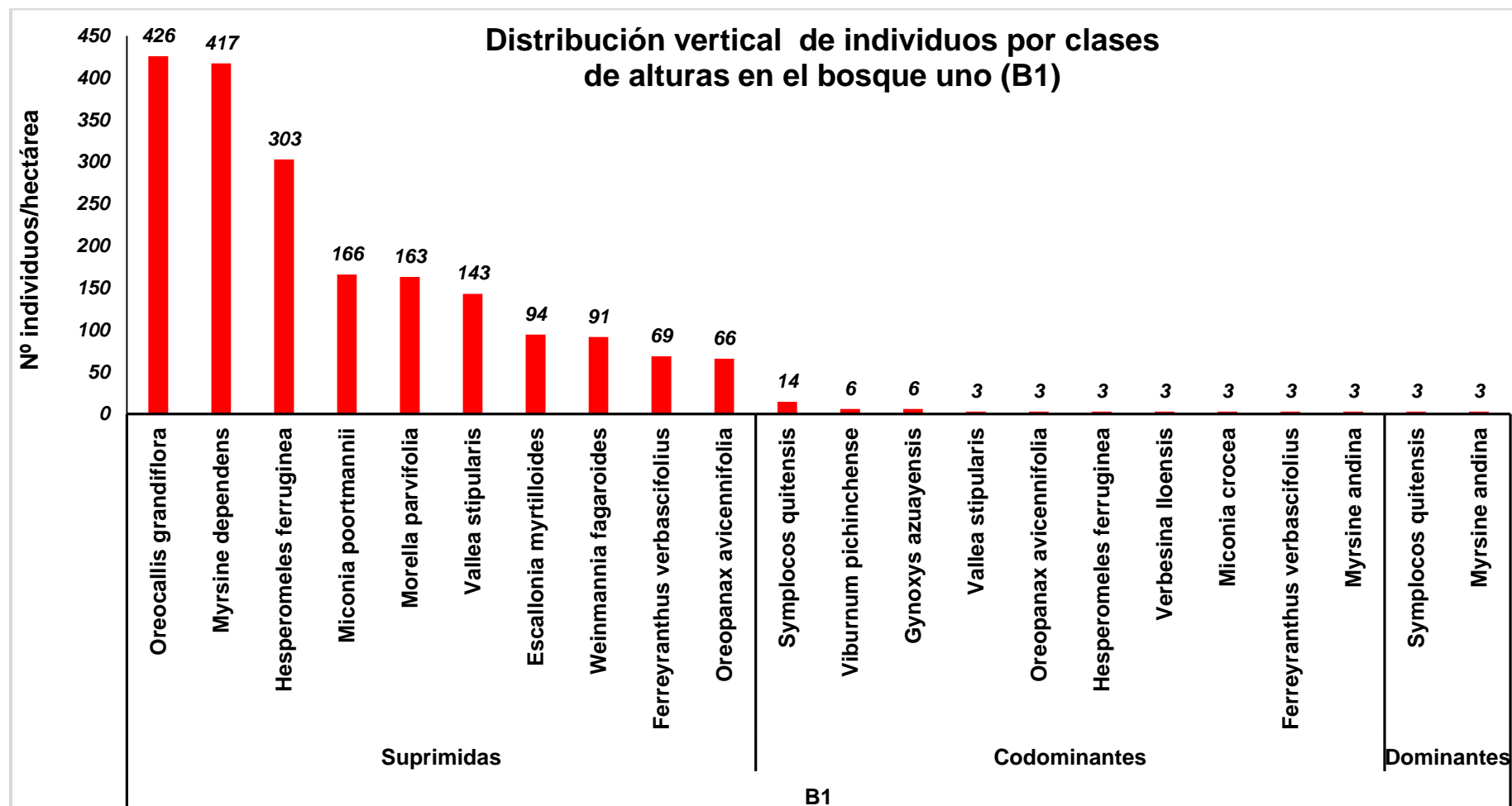


B3
Symplocos quitensis Brand

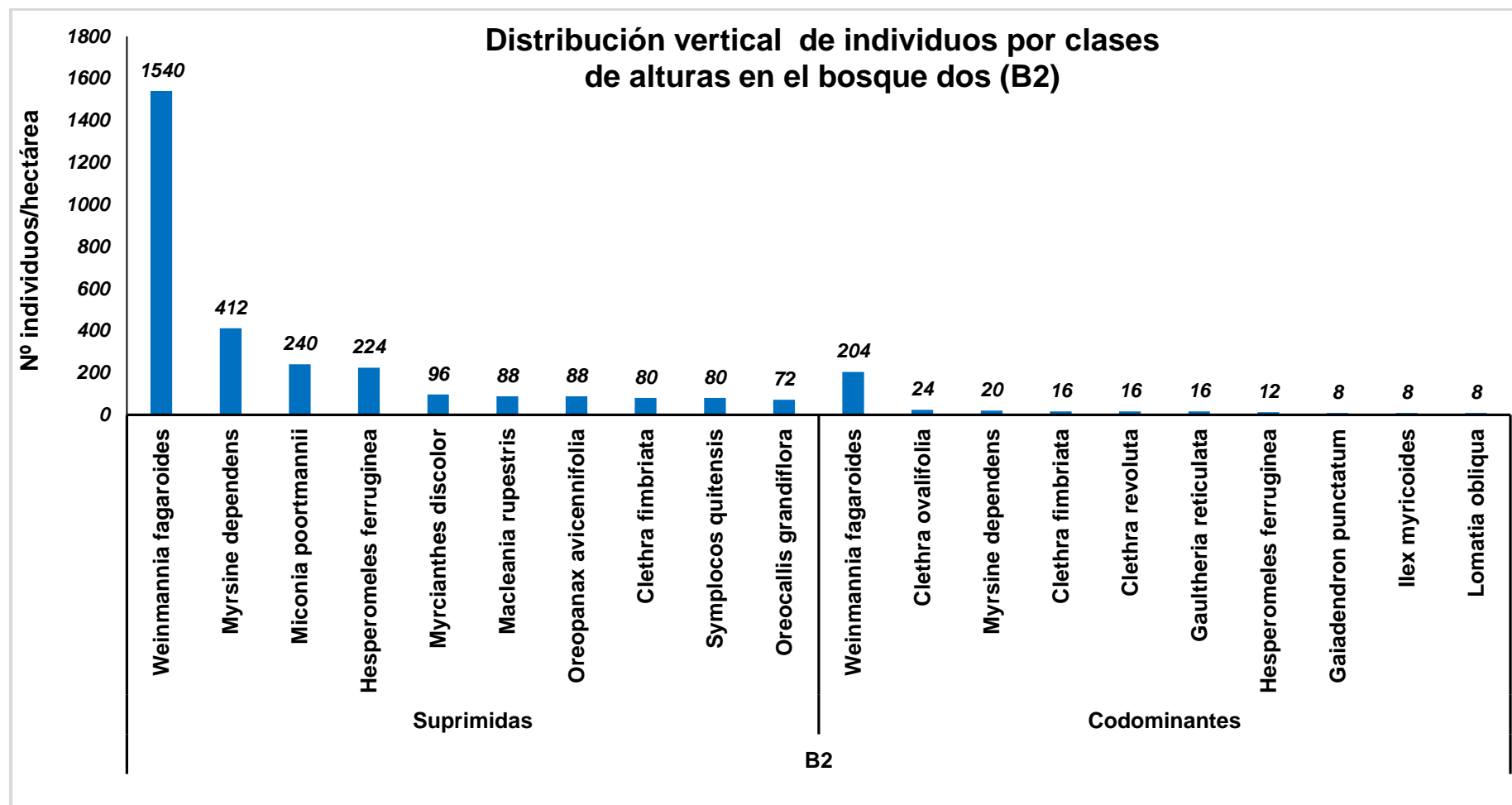


Anexo 5. Distribución de individuos de acuerdo a la categorización de alturas en los tres tipos de bosques en los sitios de Pillachiquir, Gañadel e Irquis.

Anexo 5a. Distribución de individuos de acuerdo a la categorización de alturas en el bosque uno (B1).



Anexo 5b. Distribución de individuos de acuerdo a la categorización de alturas en el bosque dos (B2).



Anexo 5c. Distribución de individuos de acuerdo a la categorización de alturas en el bosque tres (B3).

