



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**MAESTRIA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE**

**TITULO:**

**Identificación de tipos de bosques y análisis de riqueza, diversidad y productividad en  
la provincia de Zamora Chinchipe**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE MAGISTER EN  
AGROECOLOGIA Y AMBIENTE**

**AUTOR:** Narcisa Noemí Cartuche Toledo

**DIRECTOR:** Ángel Oswaldo Jadán Maza. Mg Sc.

CUENCA, ECUADOR

(2016)



## RESUMEN

La provincia de Zamora Chinchipe posee una de las más altas tasas de deforestación como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola, lo que provoca la pérdida de bosques naturales. No obstante, posee una gran superficie de remanencia forestal y ecosistemas que merecen ser manejados y conservados. De estos ecosistemas no existen tipificaciones sobre su composición florística y potencialidades dirigidas a la conservación y uso. Para conocer aspectos sobre la vegetación forestal y su potencial, se desarrolló el presente estudio con objetivos vinculados a la siguiente hipótesis: “La variación en temperatura, precipitación y topografía determinan la variación de la riqueza florística, estructura y producción forestal en los bosques naturales, en Zamora Chinchipe”. **Metodológicamente**, para identificar tipos de bosques se utilizaron variables de composición de especies, valores de abundancia obtenidos de 51 parcelas de 1 ha y se aplicaron técnicas de ordenamiento multivariado. Se caracterizó la vegetación de los bosques identificados según parámetros de composición, riqueza, diversidad, estructura y producción; los parámetros evaluados fueron analizados mediante pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis. Se establecieron relaciones de asociación entre los tipos de bosques previamente identificados con variables ambientales y topográficas mediante análisis de componentes principales, pruebas no paramétricas de Mantel y análisis de Partición de la Varianza. Como **resultados** se identificaron cinco tipos de bosques que fueron validados mediante el análisis de similitudes ANOSIM. Las especies más importantes ecológicamente según el Índice de valor e Importancia (IVI) contienen a diferentes especies pertenecientes a diferentes gremios ecológicos. Estas existencias permitieron inferir preliminarmente los estados de sucesión en los bosques identificados. El bosque cuatro ubicado a menor altitud fue el que registró mayores valores de los parámetros evaluados a diferencia del bosque uno (ubicado a mayor altitud). Las pruebas de Mantel y el análisis de partición de la varianza demostraron que las variables ambientales fueron las que mayormente explicaron la variación en la composición de especies, estructura y producción. **Concluimos** que en la provincia de Zamora Chinchipe existen diferentes ecosistemas forestales, ubicados en diferentes espacios geográficos y que poseen diferentes atributos en su vegetación tanto en riqueza, estructura y biomasa. Estas existencias permitirían a futuro valorar eficientemente sus recursos y emprender acciones de manejo y conservación.



**Palabras claves:** RIQUEZA. PRODUCTIVIDAD, BOSQUES, ZAMORA, ECOSISTEMAS, FORESTAL, BIOMASA, DENSIDAD, POTENCIAL, MANEJO.

## **ABSTRACT**

The province of Zamora Chinchipe has one of the highest rates of deforestation as a result of the expansion of the agricultural frontier, which causes the loss of natural forests. Nevertheless, it has a large area of forest remanence and ecosystems that deserve to be managed and conserved. Of these ecosystems there are no typifications on their floristic composition and potentials directed to the conservation and use. To study aspects of forest vegetation and its potential, the present study was developed with objectives linked to the following hypothesis: "The variation in temperature, precipitation and topography determine the variation of the floristic richness, structure and forest production in natural forests, In Zamora Chinchipe ". **Methodologically**, to identify types of forests variable species composition, abundance values obtained in plots of 1 ha and multivariate techniques were applied system were used. The vegetation of the identified forests was characterized according to parameters of composition, richness, diversity, structure and production; The parameters evaluated were analyzed using nonparametric Krusall\_Wallis tests. Association relationships between forest types previously identified with environmental and topographic variables were established through principal component analysis, nonparametric Mantel tests, and Variance Partition analysis. As a **result** five types of forests that were validated by analyzing similarities ANOSIM were identified. The most important ecologically important species according to the Value and Importance Index (IVI) contain different species belonging to different ecological guilds. These stocks made it possible to preliminarily infer the succession states in the identified forests. The four forest located at lower altitude was the one that registered higher values of the parameters evaluated unlike forest one (located at higher altitude). The Mantel tests and the analysis of partition of the variance showed that the environmental variables were the ones that most explained the variation in the composition of species, structure and production. We **conclude** that in the province of Zamora Chinchipe different forest ecosystems are located in different geographical areas and have different attributes in both rich vegetation structure and biomass. These stocks would enable the future to value their resources efficiently and undertake management and conservation actions.



**Keywords:** WEALTH. PRODUCTIVITY, FORESTS, ZAMORA, ECOSYSTEMS, FOREST, BIOMASS, DENSITY, POTENTIAL, MANAGEMENT.



## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	2
ABSTRACT .....	3
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA .....	9
TABLA DE CONTENIDOS .....	5
AGRADECIMIENTOS .....	12
DEDICATORIA.....	13
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	16
2.1. Identificación de tipos de bosques como herramienta de planificación .....	16
2.2. Estructura, composición, riqueza y diversidad florística en bosques tropicales..	17
2.3. Factores ambientales que inciden en la riqueza florística y estructura de los bosques tropicales.....	19
2.4. Evaluación de la riqueza de especies forestales y sus implicaciones para la conservación y manejo forestal .....	19
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Localización del área de estudio:.....	21
3.2. Muestreo.....	22
3.3. Identificación de ecosistemas forestales o tipos de bosque en la provincia de Zamora Chinchipe (primer objetivo específico) .....	22
3.4. Riqueza florística, diversidad, estructura de la vegetación y producción forestal (segundo objetivo específico).....	23
3.5. Relación de las variables ambientales de clima, topografía y distancia geográfica con la composición florística (tercer objetivo específico) .....	24
CAPITULO IV: RESULTADOS .....	27
4.1. Identificación de bosques (primer objetivo específico) .....	27
4.1.1. <i>Índice de valor importancia</i> .....	28
4.1.2. <i>Especies indicadoras por especies para tipos de bosque</i> .....	30
4.2. Riqueza, diversidad, estructura y producción (segundo objetivo específico)..	32
4.2.1. <i>Riqueza y Diversidad alfa (<math>\alpha</math>)</i> .....	32



4.2.2. <i>Curvas de rarefacción</i> .....	36
4.2.3. <i>Diversidad beta (<math>\beta</math>)</i> .....	36
4.2.4. <i>Estructura y producción</i> .....	37
4.3. Relaciones entre variables topográficas, ambientales y geográficas con la composición de especies, estructura y producción (tercer objetivo específico).....	39
CAPITULO V: DISCUSIÓN .....	43
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	50



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores del Índice de Valor Importancia (%) para las 10 primeras especies en los cinco tipos de bosques identificados en la provincia de Zamora Chinchipe...	29
<b>Tabla 2.</b> Especies Indicadoras, familias botánicas por tipo de bosque con su valor indicador de la relación entre frecuencia y abundancia ( $P < 0,05$ ).	31
<b>Tabla 3.</b> Descripción de los tipos de bosques según su rango altitudinal, sitios de ubicación, riqueza de especies totales, exclusivas, pioneras, heliófitas durables y esciófitas, registradas en las parcelas de 1 ha, de los bosques identificados en la provincia de Zamora Chinchipe.	33
<b>Tabla 4.</b> Promedios $\pm$ error estándar de familias, géneros, especies e índices de diversidad alfa ( $\alpha$ ) Simpson, Shannon, Equidad y Fisher con datos de árboles, palmas y helechos $\geq 10$ cm de DAP, registrados en parcelas de 1 ha, en los diferentes tipos de bosques en la provincia de Zamora Chinchipe.	35
<b>Tabla 5.</b> Especies compartidas \ e índices de Jaccard, Sorensen para los 5 tipos de Bosques, con datos de árboles $\geq 10$ cm de DAP.	37
<b>Tabla 6.</b> Promedios $\pm$ error estándar de densidad, área basal, biomasa y volumen comercial, registrados en parcelas de 1 ha en los diferentes tipos de bosques, provincia de Zamora Chinchipe.	38
<b>Tabla 7.</b> Promedios $\pm$ errores estándar para las variables topográficas y ambientales registrados en las parcelas de los diferentes tipos de bosque, en la provincia de Zamora Chinchipe.	39
<b>Tabla 8.</b> Correlación de Mantel simples y parciales entre composición de especies, abundancia, área basal, biomasa y volumen con variables ambientales, topográficas y geográficas.	41
<b>Tabla 9.</b> Partición de varianza de factores topográficos, ambientales y geográficos como predictores de la composición de especies que determinan los cinco tipos de bosques. El $R^2$ ajustado ( $R^2_{adj}$ ) y el F estadístico se muestra para todas las variables medidas. Las combinaciones de variables controlados por otros, se identifican por su simbología.	42



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de la provincia de Zamora Chinchipe en el Sur del Ecuador. ....	21
<b>Figura 2.</b> Análisis de conglomerados (Ward, Bray – Curtis, $P < 0,05$ ) para el agrupamiento de 51 parcelas 2a) y análisis de similitudes ANOSIM 2b) con datos registrados en 51 parcelas de 1 ha, en la Provincia de Zamora Chinchipe. ....	27
<b>Figura 3.</b> Análisis de ordenación, escalamiento multi-dimensional no métrico (NMS) de los 5 tipos de bosque identificados en parcelas de 1 ha (círculos de colores) en la provincia de Zamora Chinchipe. Triángulos representan los centroides de cada tipo de bosques $\pm$ errores estándar. ....	28
<b>Figura 4.</b> Distribución de las parcelas y tipos de bosques en los diferentes cantones de la provincia de Zamora Chinchipe. ....	35
<b>Figura 5.</b> Curvas de rarefacción para la estimación de la riqueza de especies con datos de árboles, palmas y helechos, registrados en parcelas de 1 ha, en los diferentes tipos de bosques en la provincia de Zamora Chinchipe. Barras verticales representan las Desviaciones Estándar ( $\alpha = 0,05$ ). ....	36
<b>Figura 6.</b> Valores de densidad (6a) y área basal (6b) diferenciados por clases diamétricas, registrados en parcelas de 1 ha, en los cinco tipos de bosques identificados en la provincia de Zamora Chinchipe. Barras verticales representan los Desvíos Estándar ( $P < 0,05$ ). ....	38
<b>Figura 7.</b> Análisis de componentes principales para la explicación de la correlación entre variables ambientales y topográficas, y de asociación con los diferentes tipos de bosques. ....	40

**ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA**

Diámetro a la altura del Pecho	DAP
Análisis de Similitud	ANOSIM
Escalamiento multidimensional no métrico	NMS
Índice de valor de importancia	IVI
Valor Indicador	VI
Diseño completamente al azar	DCA
Modelo de elevación digital	MED
Componentes principales	CP
Coordenadas principales de matrices de proximidad	PCNM
Tipos de bosques	B
Diversidad alfa	$\alpha$
Diversidad Beta	$\beta$



Narcisa Noemí Cartuche Toledo autora del presente trabajo **“IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE BOSQUES Y ANÁLISIS DE RIQUEZA, DIVERSIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”** 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 Magister en Agroecología y Ambiente. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicara afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 15 de septiembre de 2016.

Narcisa Noemí Cartuche Toledo

C.I. 1103416341



Narcisa Noemí Cartuche Toledo, autora de la tesis trabajo **“IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE BOSQUES Y ANÁLISIS DE RIQUEZA, DIVERSIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”** certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora

Cuenca, 15 de septiembre del 2016

Narcisa Noemí Cartuche Toledo

C.I. 1103416341



## AGRADECIMIENTOS

Para el desarrollo de este trabajo de tesis, debo expresar mi agradecimiento a las diferentes personas e instituciones que han colaborado para la realización y término de este trabajo.

Agradezco a la Universidad de Cuenca, a la facultad de Ciencias Agropecuarias por la apertura brindada para la continuación de mis estudios y a cada uno de sus Docentes por los valiosos conocimientos impartidos, reconociendo su alto nivel académico.

De manera especial agradezco al Mg. Sc Oswaldo Jadán Maza que, bajo su orientación en calidad de Director, ha sido un excelente guía en todas las actividades propuestas durante el desarrollo de la tesis, por su alta responsabilidad académica me ha brindado todos los espacios para culminación de este trabajo de tesis. Además de su apoyo y motivación desde el inicio de este trabajo de investigación.

Mi sincero agradecimiento al Ministerio del Ambiente del Ecuador, que mediante el proyecto Evaluación Nacional Forestal facilitaron la base de datos para la realización de este trabajo. De igual manera al Dr. David Neill por su aporte con los datos de sus trabajos de investigación que los ha llevado a cabo en la amazonia ecuatoriana y en especial en la provincia de Zamora Chinchipe. Al Ing. Tito Ramírez por su colaboración para el uso de sus datos en este trabajo.

A mis compañeros cuencanos de la II Cohorte de la maestría de Agroecología y Ambiente que se convirtieron en mi familia durante la fase de estudio, a mis amigos Lojanos por esas largas noches como grupo de estudio y el entusiasmo de cada uno para continuar con esta meta.

A mi familia por el apoyo y la paciencia que de una u otra manera estuvieron pendientes de mi trabajo para el ánimo y la culminación de esta investigación.

Narcisa Noemi Cartuche Toledo



## DEDICATORIA

A DIOS por ser grato y permitirme estar día a día con las personas que amo y lo son todo en mi vida, mi familia.

A mis padres Honías y Noemí que son los pilares fundamentales de mi existencia y han sido mi apoyo en todas mis actividades. A mi hijo Pablo Alejandro que es la razón de mi superación, mi amigo, el motor de mis días. A mis hermanos Ruth y Gerardo por ser mis cómplices de amor incondicional en este camino de la vida, gracias a ellos y a mis cuñados por haberme dado a mis Sobrinos, Gaby, Paula, Gerardo y David, que tienen la semilla de soñar en grande.

Finalmente, a todas mis colegas, que los roles de madres, esposas, no sean impedimento para conquistar nuevas metas.

Narcisa Noemí Cartuche Toledo.



## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son ecosistemas naturales diversos y ecológicamente complejos (Whitmore, 1997). A nivel mundial tienen una amplia distribución, elevada diversidad que se vincula directamente con la provisión de bienes y servicios ecosistémicos (Balvanera 2012). Se ha confirmado que cuanto mayor es la riqueza de especies mayor es la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos (Quijas *et al.* 2012) que benefician a todo el planeta mediante la regulación climatológica ligada al cambio climático (IPCC 2007). Los bosques tropicales son también importantes por la provisión de bienes que proporcionan tanto maderables como no maderables, especialmente para las comunidades locales y grupos humanos dependientes de ellos (Lima y Rodal 2010; Macía *et al.* 2011; Poore 2013). Ecológicamente con base a su funcionalidad, desempeñan un papel importante en el ambiente proporcionando protección al suelo, fijación de carbono, regulación hidrológica y climática (Chazdon 2008; Kotowska *et al.* 2015). Son esenciales para contrarrestar problemas globales como el cambio climático, por lo que surge la necesidad de mantenerlos para fomentar el equilibrio ambiental (Bonan 2008).

Contradictoriamente con los postulados ideales sobre la funcionalidad de los bosques tropicales, en contextos locales como la provincia de Zamora Chinchipe ubicada al sur oriente del Ecuador, según el MAE (2012) se registra tasas de deforestación de 11.883 ha/año (2000 – 2008) por lo que fue catalogada como la segunda con mayor deforestación a nivel nacional, luego de Esmeraldas. Los bosques dentro de esta provincia son muy importantes ya que forman parte de bio-regiones de alto endemismo como la cordillera del Cóndor (Neill 2007) y *hotspots* en las vertientes andinas, reconocidos a nivel mundial (Kessler 2002; Homeier *et al.* 2010b). Las causas de la deforestación son comunes a las documentadas para todo el contexto amazónico, siendo la expansión agrícola (ganadería) y desarrollo de infraestructura las más principales (Sierra 2013). Actualmente en esta provincia existe una considerable superficie de vegetación natural remanente, incluida en la vertiente oriental andina con un porcentaje del 76% de remanencia (MAE 2012). Es así que debe ser manejada y conservada (Homeier *et al.* 2010b). De manera puntual, es evidente la destrucción del área boscosa de la provincia para el establecimiento de pastizales para la ganadería y la tala selectiva de especies forestales de alto valor



comercial (Busmann 2005). No han existido de manera masiva programas de forestación, reforestación y restauración ecológica que permitan recuperar áreas degradadas.

Otro aspecto relevante dentro de este contexto geográfico y como un problema principal articulado a la deforestación y degradación, es la escasa información sobre ecosistemas forestales donde se resalte las características intrínsecas de la vegetación y su asociación con variables ambientales. En otros contextos tropicales se ha desarrollado tipificaciones forestales que han permitido identificar tipos de bosque utilizando métodos de ordenación, análisis multivariados con base en el intercambio de la composición florística y parámetros de riqueza o estructura (Sesnie *et al.* 2009; Chain-Guadarrama *et al.* 2012; Jadán *et al.* 2014). Esto ha permitido robustecer el conocimiento sobre los recursos forestales y generar herramientas de gestión para manejar y conservar áreas forestales expuestas a un alto impacto humano.

Bajo estos antecedentes y para aportar con información preliminar sobre la valoración, manejo y conservación de bosques de la provincia de Zamora Chinchipe se desarrolló la presente investigación. Los objetivos planteados fueron los siguientes: *Objetivo general:* Generar información sobre la tipificación, distribución espacial y potencialidades en ecosistemas forestales del Sur del Ecuador. *Objetivos específicos:* 1) Identificar ecosistemas forestales o tipos de bosque en la provincia de Zamora Chinchipe; 2) Realizar una evaluación preliminar de la riqueza florística, diversidad, estructura de la vegetación y potencial forestal (producción) en los diferentes tipos de bosque en la provincia de Zamora Chinchipe; 3) Determinar la relación de las variables ambientales de clima, topografía y distancia geográfica con la composición florística, estructura y producción forestal en la provincia de Zamora Chinchipe. Las preguntas de investigación fueron las siguientes: 1) ¿Difiere la composición de especies, riqueza, diversidad y producción en las comunidades identificadas? 2) ¿La variación en la composición de especies, estructura de la vegetación y producción está asociada positivamente con la temperatura – precipitación y negativamente con la pendiente - altitud en las comunidades forestales previamente identificadas?



## CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Identificación de tipos de bosques como herramienta de planificación

La tipificación de bosques naturales ha sido una herramienta utilizada en diferentes contextos tropicales para la planificación sobre el ordenamiento y manejo forestal. También ha sido utilizada dentro de la planificación en áreas de importancia biológica para la conservación y formación de corredores biológicos (Watkins Jr *et al.* 2006). Es una herramienta que permite conocer ecosistemas forestales con base a sus atributos intrínsecos del bosque como riqueza, diversidad, abundancia, dominancia y frecuencia de especies dentro de un contexto o espacio geográfico (Murrieta *et al.* 2009; Chain-Guadarrama *et al.* 2012). Paralelamente con la tipificación de bosques o comunidades forestales se han identificado cuales factores ambientales, topográficos y edáficos que influyen sobre su presencia, considerando como fuerte indicador la variación en la composición de especies (Anyonge y Roshetko 2003; Lusk *et al.* 2006; Veintimilla Ramos 2013).

En Centro América Murrieta *et al.* (2009) con base en variables de la estructura en bosques tanto primarios y secundarios han identificado seis tipos de bosque dentro de una zona de importancia ecológica denominada Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca. Su objetivo fue aportar a la planificación, manejo y conservación desde un contexto local y articular acciones para su manejo a escala de paisaje dentro del corredor de conservación Mesoamericano que se extiende desde México hasta Panamá. Veintimilla Ramos (2013) En un gradiente altitudinal en la vertiente Caribeña Caribe Milla Mills ha determinado cuatro tipos de bosques cuya composición de especies está determinada por variables de temperatura, precipitación y variables edáficas asociadas al gradiente altitudinal. En el Ecuador Jadán *et al.* (2014) en una parte del Choco ecuatoriano (Cordillera Chongón Colonche) dentro de una zona presionada por deforestación en ecosistemas forestales denominados de Garua, ha identificado seis tipos de bosque que están formados por especies arbóreas pioneras, clímax y endémicas, donde la altitud e índice ombrotérmico influyen sobre su presencia.



## 2.2. Estructura, composición, riqueza y diversidad florística en bosques tropicales

El conocimiento sobre los parámetros de estructura de los bosques es importante para diseñar planes de manejo y conservación adecuados de acuerdo a sus potencialidades de los bosques (Lieberman *et al.* 1996; Hall *et al.* 2011; Jadán *et al.* 2016). Además es fundamental para determinar posibilidades de utilización en aspectos de producción y conservación (Gordo 2009). En los bosques tropicales la vegetación es considerada como un recurso de alto valor económico, lo cual es importante para actividades comerciales y de investigación científica (Basáñez *et al.* 2008).

Las variables de estructura están ligados al manejo u gestión de los bosques, siendo mayores sus parámetros a nivel de densidad y área basal, especialmente en ecosistemas forestales con mayor estado de conservación (Zimmerman *et al.* 1995). Una de las técnicas más importantes para evidenciar el estado de recuperación y la edad del estado sucesional es la distribución por clases diamétricas que relaciona los tamaños de la vegetación y patrones de distribución de los parámetros estructurales, especialmente en los análisis de estructura horizontal (Rubin *et al.* 2006).

La riqueza y diversidad de especies de los boques tropicales son parámetros que se utilizan para estudiar comunidades vegetales (Sesnie *et al.* 2009; Chain-Guadarrama *et al.* 2012; Magurran 2013). Se entiende por riqueza al número de especies existentes en una determinada área y por diversidad al número de especies en relación al tamaño (abundancia) de la población de cada especie (Magurran 2013). La riqueza es la forma más sencilla de medir la biodiversidad puesto que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta la importancia de las mismas (Moreno 2001).

La diversidad florística constituye una característica importante en los ecosistemas naturales puesto que marca la línea base para conocer su estado actual considerando la riqueza y abundancia florística (Laurance 1996; Condit *et al.* 2002). Por lo general la diversidad vegetal incrementa la eficiencia de uso de recursos y contribuye a estabilizar el funcionamiento de los ecosistemas frente a factores de estrés o disturbio.



(Loydi y Distel 2010).

La medición de la diversidad se ha centrado en la caracterización de cada comunidad ecológica bajo tres niveles: la diversidad Alfa ( $\alpha$ ), caracterizada por la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea. La diversidad Beta, con la diferenciación de la diversidad entre áreas y la diversidad regional (Jost 2007). También se afirma que la diversidad florística puede medirse de dos formas: el número de especies presentes en la comunidad (riqueza) y la abundancia relativa de las especies (Moreno 2001, Melo y Vargas 2003).

Entender parámetros como la diversidad Beta o la diferenciación de comunidades vegetales a lo largo de gradientes de hábitat es fundamental para conocer qué factores ambientales están relacionados con la diversidad en comunidades ecológicas. El intercambio de especies puede indicar procesos de adaptaciones de las especies a las diferencias en el clima o topografía, explicado por el modelo de ensamblaje de comunidades por nichos (Peterson *et al.*), o puede ser resultado de la dispersión limitada, junto con la especiación u otros efectos evolutivos, representado por el modelo de ensamblaje de comunidades por dispersión (Condit *et al.* 2002).

En estudios realizados en bosques tropicales de tierras bajas se ha documentado altos valores de diversidad medida con la riqueza de especies. Gentry (1988b) y Valencia *et al.* (1994) afirman que los bosques neotropicales son los más diversos del mundo. Esta característica fue atribuida en principio a los bosques ubicados al sur este asiático, pero otros estudios han demostrado que actualmente los bosques más ricos en especies a nivel mundial se encuentran en Yanamomo - Perú y Cuyabeno - Ecuador (Berry 2002). En el primer sitio Gentry (1988a) registró 283 especies arbóreas mientras que Valencia *et al.* (1994) registraron 307 especies de árboles con diámetro  $\geq 10$  cm DAP en una parcela de 1 ha. Ambos sitios pertenecen a la cuenca de río Amazonas.



### **2.3. Factores ambientales que inciden en la riqueza florística y estructura de los bosques tropicales**

La estructura y composición de los bosques dependen directamente de factores ambientales. Dentro de los bosques tropicales, los árboles son el grupo de plantas más estudiados y su diversidad por unidad de área varía de acuerdo con la ubicación geográfica y la influencia de factores ambientales (Gentry 1988b). Debido a la complejidad de las formaciones vegetales tropicales, su composición, fisionomía y estructura son productos de factores como el clima, la geografía, los suelos y otros factores de carácter biótico como la fauna silvestre que con base en las relaciones inter-específicas se vincula en la dinámica natural de estos ecosistemas (Lozano 2002). Los factores mencionados también se articulan con las especies dominantes o indicadoras que son dependientes de micro hábitat formado dentro de los bosques (Homeier *et al.* 2010b; Shirima *et al.* 2016).

Una variable ambiental determinante es la temperatura que disminuye conforme aumenta la altitud, siendo responsable en el crecimiento y distribución de las especies de los bosques tropicales (Homeier *et al.* 2010b). A nivel regional, en bosques tropicales andinos de Perú, Bolivia y Ecuador se ha registrado una marcada caída en la riqueza de especies con el incremento altitudinal (Girardin *et al.* 2014). En estos mismos sitios se ha documentado el aumento en la densidad y disminución del área basal en elementos arbóreos conforme aumenta la altitud.

En los trópicos la precipitación también incide sobre la distribución de especies, su comportamiento y el tipo de comunidades vegetales (Bonan 2008). La distribución de la precipitación durante el año y la intensidad de la evapotranspiración (influenciada por la irradiación solar) determinan la disponibilidad del agua para las plantas lo que se determina finalmente en las diferentes asociaciones vegetales (Rosenzweig 1968; Laurance 2004).

### **2.4. Evaluación de la riqueza de especies forestales y sus implicaciones para la conservación y manejo forestal**

El manejo y conservación de los bosques tropicales es de alta prioridad ya que son ecosistemas naturales de alta biodiversidad (Gardner *et al.* 2009). Esto se



direcciona a la conservación en áreas intangibles y al uso extensivo en sitios idóneos con aptitudes de aprovechamiento (Putz *et al.* 2001). Las acciones de aprovechamiento deben estar vinculadas a procesos sostenibles de tal manera que el uso actual de bienes y servicios ecosistémicos no comprometa irreversiblemente a la capacidad de regenerarse y de seguir proporcionando estos mismos bienes y servicios a futuro (Dykstra y Heinrich 2005).

Sin embargo, las sociedades modernas enmarcadas dentro de los paradigmas de desarrollo y en búsqueda de nuevas tierras productivas con fines agrícolas, han transformado estos ecosistemas marcando la pérdida consecuyente y degradación de importantes servicios ecosistémicos. Para mitigar efectos del cambio de uso del suelo, en algunos países se han promovido y desarrollado diversas herramientas de conservación *in situ* considerando las potencialidades de los recursos su manejo y gestión (Koleff *et al.* 2011).

Para evidenciar las potencialidades de los recursos en los bosques estos deben ser valorados y cuantificados con base en sus existencias y atributos de diversidad, estructura y potencial productivo. Estas cuantificaciones permitirán en un futuro considerar parámetros funcionales ligados a la provisión de bienes y servicios ambientales (Finegan *et al.* 2015). También es importante registrar la ubicación espacial de los bosques y contribuir al ordenamiento forestal y priorizar actividades de conservación, manejo y aprovechamiento en áreas de interés específicas (Domínguez *et al.* 2008).

La identificación de tipos de bosques, su ubicación y composición florística de manera específica permitirá conocer potencialidades ligadas a emprender estudios silviculturales direccionado acciones sobre especies indicadoras, abundantes, dominantes, raras y aquellas con alto potencial de uso. Ligada a la actividad silvicultural están las acciones a futuro con programas de forestación y de recuperación de áreas degradadas en contextos donde la presión antropogénica es intensa (Mendoza *et al.* 2005; Chazdon *et al.* 2008; Koleff y Urquiza-Haas 2011). Los mencionados programas necesitan estar respaldados por robusta información silvícola técnica que les permita ser eficientes.

## CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Localización del área de estudio:

La provincia de Zamora Chinchipe se encuentra ubicada en el Sur-Oriente de la Amazonía ecuatoriana; limita al norte con la provincia de Morona Santiago, al oeste con la provincia de Loja y al sur y este con la Republica del Perú (Figura 1). Según el último ordenamiento territorial del Ecuador, pertenece a la Zona 6, comprendida adicionalmente por las provincias de Loja y El Oro, Tiene una superficie de 10 556 Km<sup>2</sup> y comprende accidentes orográficos montañosos, pertenecientes a diferentes formaciones geológicas, distintas de las otras provincias amazónicas (Gad 2011). En esta provincia la economía esta ligada a la explotación maderera, ganadería y minera.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la provincia de Zamora Chinchipe en el Sur del Ecuador.

Esta provincia está provista de grandes áreas boscosas y de una alta biodiversidad endémica, tanto de flora como de fauna. Presenta una temperatura media anual de



23°C con un clima que corresponde a la transición entre trópico subhúmedo y tropical húmedo; una precipitación media anual de 1978 mm, tiene características potenciales para la conservación y la explotación. Los bosques que se encuentra en la amazonia están por debajo de los 1.300 msnm, y se caracterizan por ser altamente heterogéneos y diversos con árboles que alcanzan los 30 m hasta los 40 m de altura.

### 3.2. Muestreo

Para el desarrollo de este estudio se tomó la información de parcelas de una ha de superficie, correspondientes a la Evaluación Nacional Forestal desarrollada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (43 parcelas), otros investigadores (8 parcelas). En estas parcelas fueron evaluados todos los individuos incluyendo árboles, palmas y helechos  $\geq$  a 10 cm de DAP (diámetro a la altura de 1,3 m sobre el nivel del suelo). La mayor cantidad de parcelas, correspondientes al Ministerio del Ambiente fueron instaladas sistemáticamente en áreas con cobertura forestal en toda la provincia siguiendo los protocolos propuestos por Aguirre *et al.* (2010). Las del Missouri Botanical Garden y Universidad Nacional de Loja se encontraban instaladas en áreas de importancia biológica.

En la información de campo ordenada en bases de datos constaban las variables dasométricas como DAP, altura total, altura comercial, densidad de la madera e identificación taxonómica de las especies a nivel de familia botánica, género y especies. Las especies no identificadas o posibles especies nuevas estaban catalogadas como morfo-especies.

### 3.3. Identificación de tipos de bosque en la provincia de Zamora Chinchipe (primer objetivo específico)

Para identificar los tipos de bosque se aplicó la metodología propuesta Chain-Guadarrama *et al.* (2012) y Veintimilla Ramos (2013) que consistió en agrupar los valores de las especies según su abundancia. Para ello, se elaboró una matriz especies - abundancia y realizó un análisis de conglomerados que permitió la identificar exploratoriamente *a priori* tipos de bosques utilizando como medida de agrupamiento Ward y distancia de Bray-Curtis. Este fue validado mediante el análisis de similitudes ANOSIM (Bray-Curtis;  $P < 0,05$ ). También se realizó un análisis de



ordenamiento dimensional no métrico (NMS) para evidenciar gráfica y espacialmente la separación de los diferentes tipos de bosques.

Seguidamente se calculó del IVI para determinar las especies más importantes ecológicamente con base a la suma de los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia, por cada tipo de bosque. También se realizó un análisis de especies indicadoras que determinó el valor indicador (VI) según la fuerza y significancia estadística ( $P < 0.05$ ) entre las frecuencias y abundancias de las especies presentes en cada tipo de bosque, según la metodología propuesta por Toledo-Garibaldi y Williams-Linera (2014). El cálculo del IVI y análisis de especies indicadoras permitió determinar las especies que diferencian a cada tipo de bosque el mismo que fue nombrado considerando aquellas con mayor valor indicador (VI) y con el menor valor de  $P$ .

Cada tipo de bosque fue descrito con base al rango altitudinal de distribución, sitios políticos de ubicación, número de especies totales y exclusivas, respecto al total de especies registradas en toda el área de muestreo que le corresponde a cada tipo de bosque. También se describió el número de especies exclusivas, pioneras (heliófitas efímeras), de sucesión intermedia (heliófitas durables) y de sucesión avanzada (esciófitas), dentro de las 10 más importantes ecológicamente según el valor del IVI.

### **3.4. Riqueza florística, diversidad, estructura de la vegetación y producción forestal (segundo objetivo específico)**

En los tipos de bosque identificados se evaluó la riqueza y diversidad de especies, estructura y producción forestal por cada tipo de bosque. La riqueza de especies como primer parámetro de respuesta fue descrita a través del número de especies presentes en cada parcela. Se diseñaron curvas de rarefacción o acumulación de especies utilizando el software EstimateS v 8.2 (Colwell *et al.* 2012) para estimar el número de especies por esfuerzo de muestreo. La diversidad alfa (segundo parámetro de respuesta) que mide la diversidad dentro de cada tipo de bosque fue calculada según los índices de Shannon, Simpson, Equidad y Fisher. La diversidad beta entre los diferentes tipos de bosques fue calculada según el índice de



Jaccard, Sorensen y número de especies compartidas. Para el cálculo de diversidad se utilizó el programa estadístico Past (Hammer *et al.* 2009).

La estructura de la vegetación (tercer parámetro de respuesta) fue descrita mediante la densidad (número de individuos, N/ha), área basal (m<sup>2</sup>/ha) del total y por clases diamétricas, comparando cada tipo de bosque. La producción (cuarto parámetro de respuesta) fue calculada a través de la biomasa (Mg/ha) y volumen comercial (m<sup>3</sup>/ha). La biomasa fue determinada empleando la fórmula propuesta por Chave *et al.* (2014) para bosques pantropicales y el volumen comercial a través de las ecuaciones de (Prodan 1997).

Se aplicó un diseño estadístico completamente al azar (DCA). El factor de evaluación fue el tipo de bosque y los niveles el número de bosques identificados previamente. Los parámetros de respuesta fueron la riqueza, diversidad de especies, estructura de la vegetación y producción en los diferentes tipos de bosques. Las comparaciones de los diferentes niveles se las realizó empleando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, previo la determinación de no Normalidad en los datos de los diferentes parámetros. El modelo estadístico para la comparación de los parámetros mencionados entre los diferentes tipos de bosques fue el siguiente:  $Y_{ij} = \mu + B_i + \varepsilon_{ij}$ , donde:  $Y_{ij}$  = variable dependiente o respuesta (variables de riqueza, diversidad, estructura y producción);  $\mu$  = Media general de cada parámetro;  $B_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tipo de bosque;  $\varepsilon_{ij}$  = error experimental que se supone  $N(0, \sigma^2=1)$

### **3.5. Relación de las variables ambientales de clima, topografía y distancia geográfica con la composición florística (tercer objetivo específico)**

Las variables climáticas de temperatura y precipitación fueron obtenidas a partir de capas digitales del WorldClim bajo un periodo promedio de 50 años, con una resolución espacial de un kilómetro cuadrado, utilizando las coordenadas centrales de cada parcela. Se emplearon seis variables bioclimáticas para temperatura y dos para precipitación. Para obtener los valores de las variables de altitud se elaboró un TIN utilizando curvas de nivel cada 40 m. A partir de este TIN se diseñó un modelo de elevación digital (MED) y una capa raster de pendientes y altitud con un tamaño de celda o pixel de 1000 m. Cada pixel contiene un valor de las variables de altitud y



pendiente que fueron extraídos para la coordenada correspondiente a cada parcela mediante las herramientas de análisis espacial (Analysis Tools – extract) del programa ArcGis 10.1.

Para determinar si existen relaciones significativas entre las variables de clima, topografía y la altitud se realizó pruebas de correlación no paramétrica de *Sperman*, con un grado de significancia de ( $p < 0,05$ ) de acuerdo a la metodología empleada por *Sesnie et al.* (2009). También se realizó un análisis de componentes principales (CP) entre las variables de clima y topográficas para describir las relaciones de asociación entre estas variables con los tipos de bosques identificados.

Se evaluó la composición florística y su relación con las variables ambientales utilizando el enfoque de diversidad beta basado en la distancia y compartición de especies entre sitios, adaptando los métodos desarrollados por *Castellanos-Castro y Newton* (2015). Este enfoque comparó mediante análisis de matrices de distancia la similitud de la composición de especies, estructura y producción. Para ello se realizaron pruebas no paramétricas simples y parciales de Mantel ( $P < 0,05$ ) comparando matrices de distancia totales y parciales entre la composición de especies, estructura y producción con variables ambientales: de temperatura y precipitación obtenidas mediante las bases de *Woldclim*. También se consideró variables topográficas tanto la altitud y pendiente. Además, se incorporó la ubicación espacial de las parcelas para evaluar la similitud de la composición de especies entre parcelas con base a su ubicación geográfica. Para la composición de especies las matrices de distancia fueron calculadas mediante el índice de similitud de *Jaccard*; para las variables ambientales, topográficas y de distancia espacial con la distancia *Euclidea*.

Se realizó un análisis de partición de la varianza, aplicando los procedimientos aplicados por *Sesnie et al.* (2009) y *Castellanos-Castro y Newton* (2015). Este análisis permitió explicar la importancia relativa de las variables ambientales, topográficas y geográficas sobre la composición de especies. Se utilizó la matriz de distancia para la composición de especies generada en el análisis anterior. Las coordenadas geográficas fueron transformadas a distancia entre parcelas mediante el análisis de *Coordenadas Principales de Matrices Vecinas (PCNM)* bajo la transformación



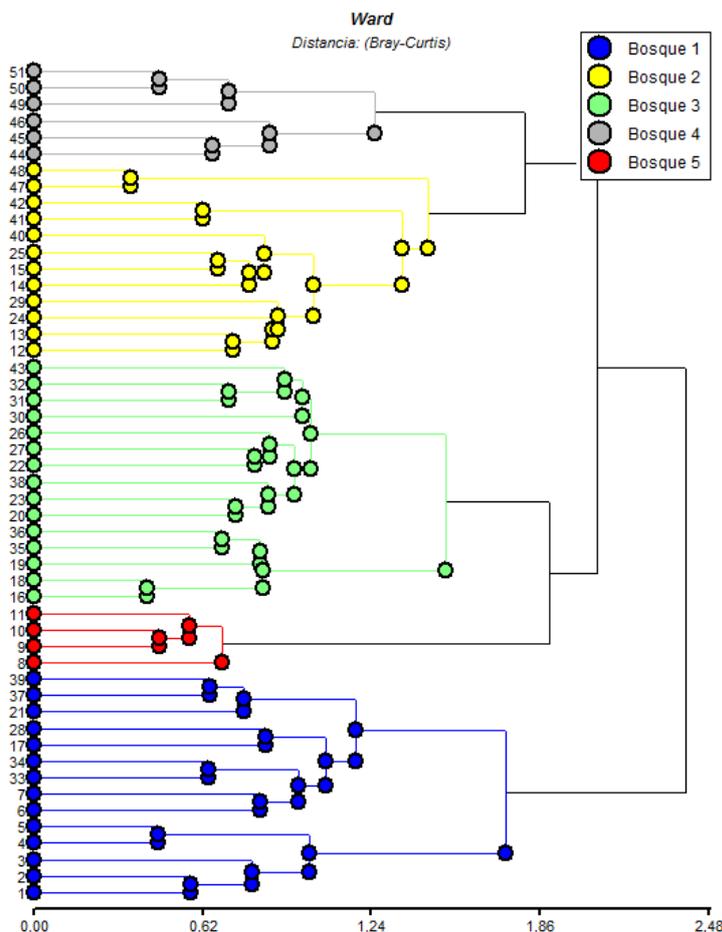
logarítmica y como medida de distancia Euclídea. Esta transformación permitió utilizarla como un predictor espacial e incorporarla como variable explicativa en el análisis (Dray *et al.* 2006). Se corrió el análisis *Forward Selection* para todas las variables estandarizadas tanto climáticas, topográficas y geográficas para seleccionar las variables que contribuyeron significativamente en la variabilidad de: la composición de especies, bajo 999 permutaciones aleatorias y  $P < 0.05$ . Los análisis fueron realizados usando el paquete *vegan* (Oksanen *et al.* 2013), en el entorno de R empleando el programa *Infostat* y *Queco* (Di Rienzo *et al.* 2011)

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Identificación de bosques (primer objetivo específico)

El análisis de conglomerado, utilizando como medida de agrupamiento Ward y medida de distancia Bray – Curtis ( $P < 0,05$ ) identificó a priori *cinco tipos de bosques* (Figura 2). La agrupación se validó a través del análisis similitudes ANOSIM que separó a los bosques identificados significativamente (Bray curtis;  $R = 0,7$ ;  $P = 0,001$ ) (Figura 2). De las 51 parcelas, se puede observar que los 5 tipos de bosques están bien diferenciados; el bosque 1 agrupó 14 parcelas; el bosque 2, 12 parcelas; el bosque 3 agrupó 15 parcelas; el bosque 4 agrupó 6 parcelas y el bosque 5, 4 parcelas.

2a)



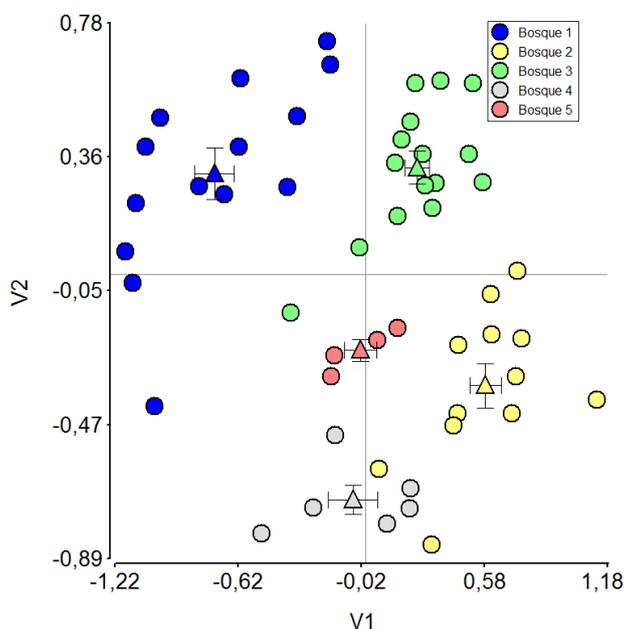
2b)

B (i)	B (j)	R	P
1	2	0,83	0,001
1	3	0,7	0,001
1	4	0,81	0,001
1	5	0,72	0,001
2	3	0,67	0,001
2	4	0,66	0,001
2	5	0,55	0,003
3	4	0,91	0,001
3	5	0,45	0,003
4	5	0,93	0,009

ANOSIM (Bray Curtis,  $P < 0.05$ )

**Figura 2.** Análisis de conglomerados (Ward, Bray – Curtis,  $P < 0,05$ ) para el agrupamiento de 51 parcelas 2a) y análisis de similitudes ANOSIM 2b) con datos registrados en 51 parcelas de 1 ha, en la Provincia de Zamora Chinchipe.

A través del análisis de escalamiento multi-dimensional no métrico NMS se diferenci6 la distribuci6n y asociaci6n espacial de los tipos de bosques (dos ejes) con base a la disimilitud de la composici6n de especies (Figura 3). Este registr6 un estr6s de 0,25 marcando un buen ajuste. En el primer eje (V1) se separa claramente el bosque 1 (izquierda) de los dem6s bosques (derecha). En el segundo eje (V2) se separan positivamente gran parte del bosque 1 y el bosque 3, de los dem6s bosques. En el mismo eje V2, aunque est6n agrupados negativamente los bosques 2, 4 y 5, son diferentes floristicamente, evidenciado al no traslaparse los errores est6ndar en sus respectivos centroides.



**Figura 3.** Análisis de ordenaci6n, escalamiento multi-dimensional no métrico (NMS) de los 5 tipos de bosque identificados en parcelas de 1 ha (c6rculos de colores) en la provincia de Zamora Chinchipe. Tri6ngulos representan los centroides de cada tipo de bosques  $\pm$  errores est6ndar.

#### 4.1.1. Índice de valor importancia

Las 10 especies con mayor índice de valor importancia IVI para los cinco tipos de bosques se muestran en la Tabla 1. Listado completo ver ANEXOS

Anexo 1. Las familias bot6nicas con mayor riqueza de especies fueron las familias: Arecaceae, Lauraceae, Fabaceae, Moraceae, Melastomataceae y Rubiaceae  $\geq 4$

especies. Respecto a la familia Arecaceae todas sus especies son de sucesión avanzada. Las familias Lauraceae y Fabacea poseen una gran riqueza de especies de uso maderable.

**Tabla 1.** Valores del Índice de Valor Importancia (%) para las 10 primeras especies en los cinco tipos de bosques identificados en la provincia de Zamora Chinchipe.

Especies	Familia	B1 (1800 – 3000 msnm)	B2 (870- 1230 msnm)	B3 (1360 – 1680 mnsnm)	B4 (900- 1600 msnm)	B5 (1470- 1600 msnm)
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp	Euphorbiaceae	1,7				
<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	Lauraceae			2,2*		
<i>Aniba muca</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae			1,8		
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill	Euphorbiaceae		1,8			
<i>Bathysa peruviana</i> K. Krause	Rubiaceae					3,2
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i> (Baill.) Ducke	Peraceae					2,9
<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> subsp. <i>balata</i> (Ducke) T.D. Penn.	Sapotaceae				3,7**	
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Moraceae		1,9			
<i>Clitoria arborea</i> Benth.	Fabaceae		2,2**			
<i>Clusia ducuioides</i> Engl.	Clusiaceae	3,1				
<i>Croton pachypodus</i> G.L. Webster	Euphorbiaceae				1,4**	
<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam	Burseraceae		1,9**			
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i> (Mart.) Wendl.	Arecaceae			1,5		
<i>Elaeagia obovata</i> Rusby	Rubiaceae					2,8**
<i>Endlicheria umbellata</i> K. Schum.	Rubiaceae					3,1
<i>Euterpe catinga</i> Wallace	Arecaceae				1,0	
<i>Ficus citrifolia</i> Lam.	Moraceae			1,9		
<i>Grias peruviana</i> Miers	Lecythidaceae				1,5	
<i>Guatteria amazonica</i> R.E. Fr.	Annonaceae	1,5				
<i>Hedyosmum anisodorum</i> Todzia	Chloranthaceae	2,7				
<i>Heliocarpus americanus</i> var. <i>popayanensis</i> (Kunth) K. Schum.	Malvaceae			1,9		
<i>Hyeronima macrocarpa</i> Müll. Arg.	Phyllantaceae					3,2
<i>Hieronyma moritziana</i> (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm.	Phyllantaceae	1,8				
<i>Humiria balsamifera</i> Aubl.	Humiriaceae				1,5	



<i>Inga nobilis</i> var. <i>pavoniana</i> (Benth) Benth.	Fabaceae		2,5	1,6		
<i>Continuación Tabla 1.</i>						
<i>Inga punctata</i> J. León	Fabaceae		1,5			
<i>Inga</i> sp	Fabaceae	2,3				
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae		5,9		1,5	
<i>Lacmellea edulis</i> H. Karst.	Apocynaceae					4,6
<i>Ladenbergia</i> sp	Rubiaceae			1,5		
<i>Miconia asperrima</i> Triana	Melastomataceae	2,3				
<i>Miconia jahnii</i> Pittier	Melastomataceae	1,8				
<i>Miconia nutans</i> Donn. Sm.	Melastomataceae	4,2				
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae				1,1	
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	1,6				3,5
<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae			2,1		
<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae				1,3	
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.)	Myristicaceae				1,2	
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	Myristicaceae			2,4		
<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fabaceae					5,2
<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae			1,8		
<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	Burseraceae					4,1
<i>Sorocea trophoides</i> W.C. Burger	Moraceae		2,4			
<i>Wettinia kalbreyeri</i> (Burret) R. Bernal	Arecaceae					5,7
<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	Arecaceae		1,9		2,3	
<i>Moraceae</i> sp.	Moraceae		1,5			
<b>Sub total</b>		<b>22,9</b>	<b>23,5</b>	<b>18,8</b>	<b>16,5</b>	<b>38,5</b>
<b>Otras</b>		<b>77,1</b>	<b>76,5</b>	<b>81,2</b>	<b>83,5</b>	<b>61,5</b>
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

B: tipo de bosque. \* Especies indicadoras  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,001$

#### 4.1.2. Especies indicadoras por especies para tipos de bosque

El análisis de especies indicadoras ( $VI > 0,7$ ;  $P < 0,05$ ) dio como resultado un total de 35 especies distribuidas en los diferentes tipos de bosques (Tabla 2). El bosque 4 registró mayor número de especies indicadoras con 25 especies. El que menor número registró fue el bosque 1 con una especie. Las familias botánicas que mayor número de especies indicadoras presentaron fueron: Euphorbiaceae, Clusiaceae y Rubiaceae  $\geq$  tres especies. De las especies dentro de estas familias



ningunas son de uso maderable.

**Tabla 2.** Especies Indicadoras, familias botánicas por tipo de bosque con su valor indicador de la relación entre frecuencia y abundancia ( $P < 0,05$ ).

Especies	Familia	B1		B2		B3		B4		B5	
		VI	P	VI	P	VI	P	VI	P	VI	P
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	Fabaceae							0,7	0,005		
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae							0,7	0,005		
<i>Alibertia myrciifolia</i> K. Schum.	Rubiaceae							0,7	0,005		
<i>Andira taurotesticulata</i> R.T. Penn.	Fabaceae					0,7	0,01				
<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	Lauraceae					0,7	0,01			0,7	0,01
<i>Annona glauca</i> Thonn in Schum.	Annonaceae									0,8	0,005
<i>Bathysa peruviana</i> K. Krause	Rubiaceae									0,9	0,01
<i>Bonnetia paniculata</i> Spruce ex Benth.	Bonnetiaceae							0,7	0,005	0,7	0,005
<i>Brosimum</i> "condorensis"	Moraceae							0,7	0,005		
<i>Brunellia</i> "aureliniense"	Brunelliaceae							0,7	0,005		
<i>Byrsonima condorensis</i>	Malpighiaceae							0,7	0,005		
<i>Calophyllum</i> "condorensis"	Calophyllaceae							0,7	0,005		
<i>Caryodendron orinocense</i> H. Karst	Euphorbiaceae			0,7	0,005						
<i>Cedrela nebulosa</i> T.D. Penn. & Daza	Meliaceae									1	0,005
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i> (Baill.) Ducke	Euphorbiaceae									0,9	0,005
<i>Chrysophyllum colombianum</i> (Aubrév.) T.D.	Sapotaceae			0,7	0,015						
<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> (Pierre)	Sapoteaceae							0,8	0,005	0,8	0,005
<i>Cinchona lancifolia</i> Mutis	Rubiaceae									0,7	0,005
<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.)	Lauraceae							0,7	0,015		
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav	Moraceae			0,7	0,005			0,7	0,005		
<i>Clitoria arborea</i> Benth	Fabaceae			0,8	0,005						
<i>Clusia alata</i> Planch & Triana	Clusiaceae	0,7	0,025					0,7	0,025		
<i>Clusia androphora</i> Cuatrec.	Clusiaceae							0,7	0,005		
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	Clusiaceae							0,7	0,01		
<i>Clusia octandra</i> (Poepp.) Pipoly	Clusiaceae							0,8	0,005		



<i>Clusia</i> sp	Clusiaceae							0,9	0,005		
<i>Compsoneura morona-santiagoensis</i> Janovec	Myristicaceae							0,8	0,005		
<i>Continuación Tabla 2.</i>											
<i>Critoniopsis occidentalis</i> (Cuatrec.) H. Rob.	Asteraceae							0,7	0,015		
<i>Croton pachypodus</i> G.L. Webster	Euphorbiaceae							0,7	0,005		
<i>Cyathea</i> sp	Cyatheaceae							0,7	0,005		
<i>Cybianthus</i> sp	Primulaceae							0,8	0,005		
<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam	Burseraceae		0,8	0,005				0,8	0,005	0,8	0,005
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i> (Mart.) H.	Arecaceae							0,7	0,005	0,7	0,005
<i>Elaeagia mariae</i> Wedd.	Rubiaceae							0,8	0,005		
<i>Elaeagia obovata</i> Rusby	Rubiaceae							0,8	0,005	0,8	0,005

B: Tipo de bosque

Con esta información se describe los tipos de bosque presentes en la provincia de Zamora Chinchipe (Tabla 3). Es importante mencionar que los bosques identificados no presentan un patrón de distribución continuo respecto a la altitud. Florísticamente, el bosque 1 presentó mayor porcentaje de especies exclusivas con respecto al total de especies. Todos los bosques presentaron un alto número de especies exclusivas (> 7) con respecto a las 10 más importantes ecológicamente. Así mismo, el bosque 1 presentó mayor número de especies pioneras.

## 4.2. Riqueza, diversidad, estructura y producción (segundo objetivo específico)

### 4.2.1. Riqueza y Diversidad alfa ( $\alpha$ )

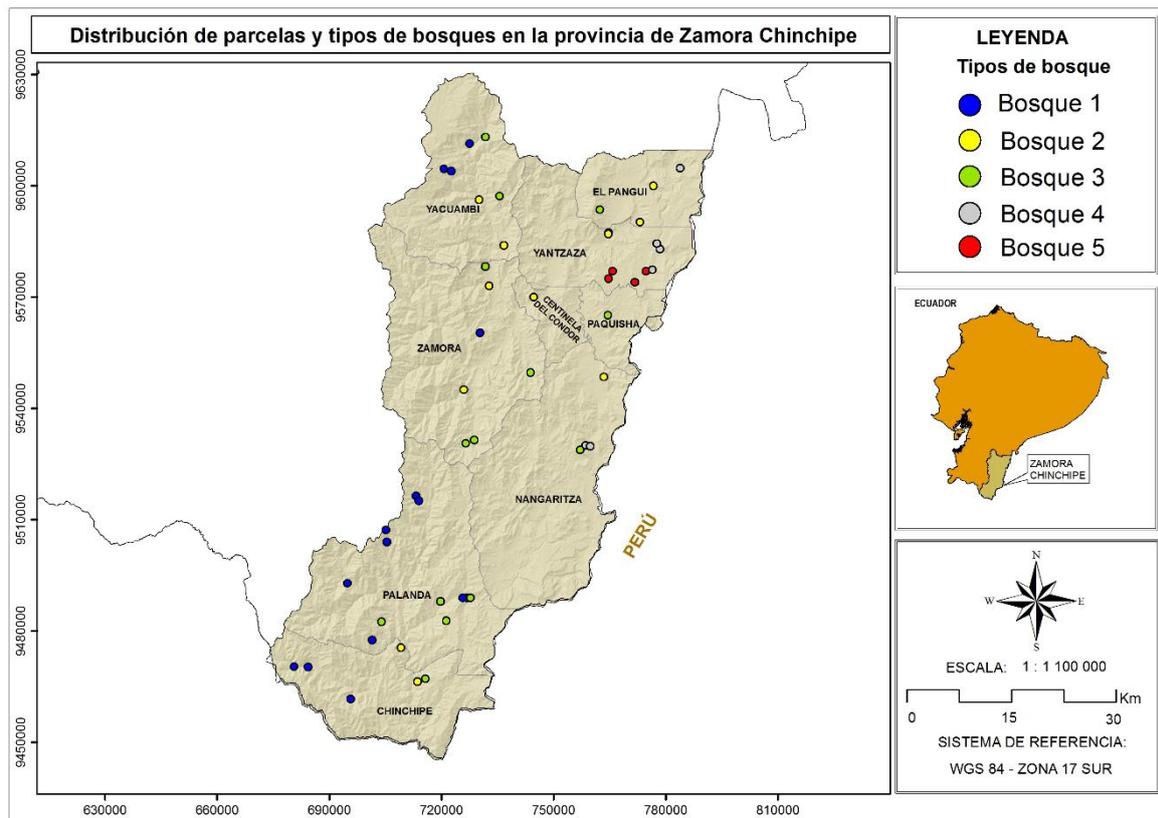
Se registraron fuertes valores significativos para la composición florística a nivel de familias, géneros y riqueza de especies (Tabla 4). El promedio en riqueza de especies en las parcelas de 1 ha fue mayor para el bosque 4 con 135 especies a diferencia del bosque uno que registró 26 especies. Los índices alfa de Shannon, Simpson y Fisher presentaron diferencias significativas entre los tipos de bosques (Tabla 4). Según los valores obtenidos el bosque 4 es el más diverso y el bosque 1 el menos diverso. El índice de equidad (Tabla 4) no presentó diferencias significativas, pero presentó valores altos (>0,8) por lo que se deduce una distribución homogénea de individuos por especies.

**Tabla 3.** Descripción de los tipos de bosques según su rango altitudinal, sitios de ubicación, riqueza de especies totales, exclusivas, pioneras, heliófitas durables y esciófitas, registradas en las parcelas de 1 ha, de los bosques identificados en la provincia de Zamora Chinchipe.

Tipo de bosque	Rango altitudinal	Ubicación geográfica	Nro. spp. totales (área de muestreo)	Nro. spp. exclusivas - %	Nro. spp. exclusivas (10 más importantes IVI)	Nro. spp. Pioneras - Heliófitas efímeras (10 más importantes IVI)	Nro. spp. Sucesión intermedia - heliófitas durables (10 más importantes IVI)	Nro. spp. Sucesión avanzada - esciófitas (10 más importantes IVI)
<b>Bosque 1.</b> Bosque de <i>Clusia alata</i> .	1800 – 3000 msnm	Norte a sur de la parte occidental de la provincia, en los cantones de Yacuambi, Palanda, Chinchipe y con una sola parcela en Zamora (Figura 4).	169	85 - 50	9	5: <i>I. sp</i> , <i>M. aspérrima</i> , <i>M. jahnii</i> , <i>M. nutans</i> , <i>H. anisodorum</i> ,	5: <i>A. glandulosa</i> , <i>C. ducoides</i> , <i>G. amazonica</i> , <i>H. moritziana</i> (maderable), <i>N. membranacea</i> (maderable).	
<b>Bosque 2.</b> Bosque de <i>Clitoria arborea</i> , <i>Dacryodes peruviana</i> , <i>Caryodendron orinocense</i> , <i>Clarisia racemosa</i> y <i>Chrysophyllum colombianum</i> .	870-1230 msnm	Chinchipe Yantzatza, Yacuambi y El Pangui; con menos frecuencia en Nangaritzza, Zamora y Centinela del Cóndor (1 sola parcela) (Figura 4)	224	56 - 25	7	2: <i>I. nobilis</i> , <i>I. punctata</i>	3: <i>A. cordatum</i> , <i>C. arborea</i> , <i>Moraceae</i>	5: <i>I deltoidea</i> , <i>C biflora</i> (maderable), <i>D peruviana</i> (maderable), <i>W maynensis</i> , <i>S. trophoides</i> (maderable)
<b>Bosque 3.</b> Bosque de <i>Croton schiedeana</i> , <i>Andira taurotesticulata</i> , <i>Aniba hostmanniana</i> , <i>Aegiphila ferruginea</i> y <i>Dacryodes uruts-kunchae</i> .	1360 – 1680 mnsn	Está presente en toda la provincia con mayor número de parcelas en Palanda, Zamora, Yacuambi y con menor en Chinchipe, Nangaritzza y El Pangui (Figura 4).	365	118 - 32	9	3: <i>I. nobilis</i> , <i>H. americanus</i> , <i>P. discolor</i>	5: <i>A. hostmanniana</i> , <i>A. muca</i> , <i>F. citrifolia</i> (maderable), <i>L. sp</i> , <i>O. parvifolia</i> (maderable).	2: <i>D. lamarckianum</i> , <i>N. reticulata</i> (maderable)



<b>Bosque 4.</b> Bosque de <i>Clusia</i> sp, <i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> , <i>Clusia octandra</i> , <i>Compsoeura morona-santiagoensis</i> y <i>Cybianthus</i> sp	900-1600 msnm	Parte oriental de la provincia en la Cordillera del Cóndor en los Yantzatza y Nangaritzta con mayor frecuencia y en el Panguí, con una sola parcela (Figura 4).	474	209-44	8	2: <i>M. sp</i> , <i>C. pachypodus</i>	2: <i>G. peruviana</i> , <i>H. balsamifera</i>	6: <i>W. maynensis</i> , <i>Ch. sanguinolentum</i> , <i>E. catinga</i> , <i>I. deltoidea</i> , <i>N. sp</i> , <i>O. platyspermum</i>
<b>Bosque 5.</b> Bosque de <i>Cedrela nebulosa</i> , <i>Chaetocarpus echinocarpus</i> , <i>Annona glauca</i> , <i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> , <i>Dacryodes peruviana</i> y <i>Elaeagia obovata</i> .	1470-1600 msnm	Está localizado exclusivamente al oriente de la provincia en el Cantón Yantzatza, Cordillera del Cóndor (Figura 4).	93	12-13	9		4: <i>E. obovata</i> , <i>H. macrocarpa</i> (maderable). <i>L. edulis</i> , <i>P. subserratum</i> (maderable)	6: <i>N. membranacea</i> , <i>W. kalbreyeri</i> ; <i>B. peruviana</i> , <i>C. echinocarpus</i> , <i>E. umbellata</i> , <i>P. nítida</i> (maderable)



**Figura 4.** Distribución de las parcelas y tipos de bosques en los diferentes cantones de la provincia de Zamora Chinchipe.

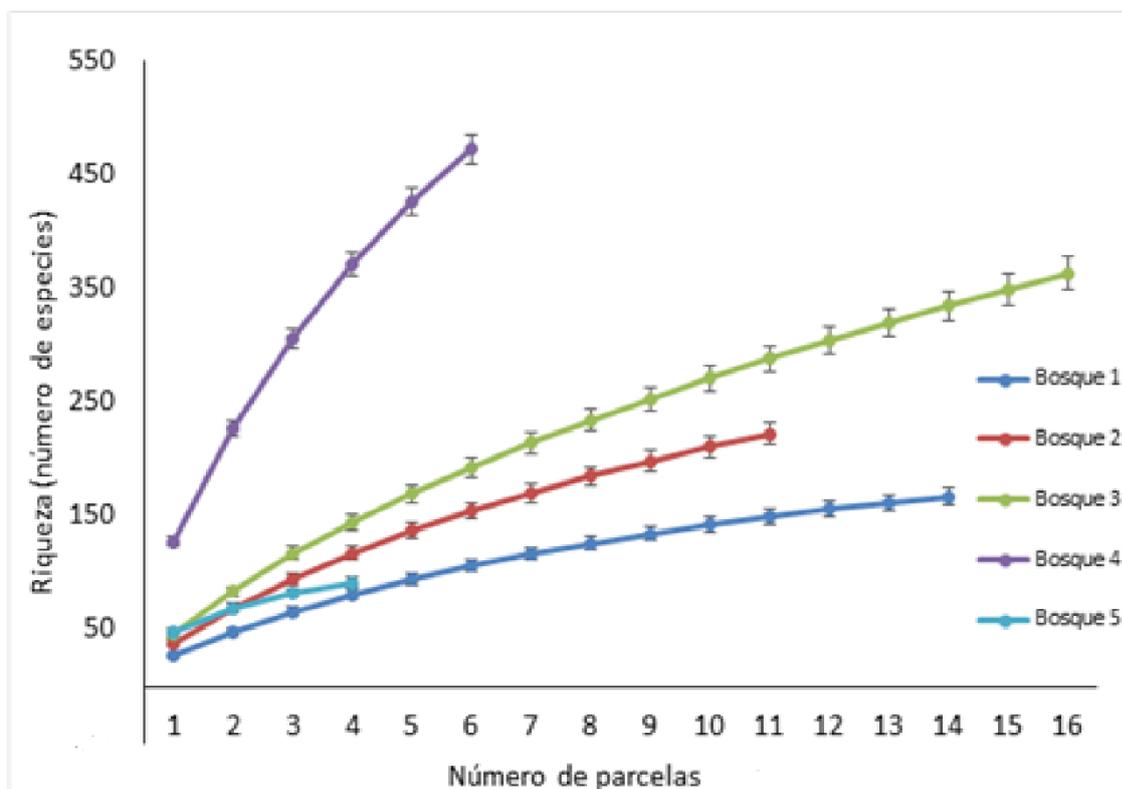
**Tabla 4.** Promedios  $\pm$  error estándar de familias, géneros, especies e índices de diversidad alfa ( $\alpha$ ) Simpson, Shannon, Equidad y Fisher con datos de árboles, palmas y helechos  $\geq 10$  cm de DAP, registrados en parcelas de 1 ha, en los diferentes tipos de bosques en la provincia de Zamora Chinchipe.

Variables	B1 (1800 – 3000 msnm)	B2 (870-1230 msnm)	B3 (1360 – 1680 mnsnm)	B4 (900-1600 msnm)	B5 (1470-1600 msnm)	P
Familia	18,00 $\pm 5,10$ A	23,83 $\pm 7,58$ AB	24,07 $\pm 6,19$ AB	48,50 $\pm 8,69$ C	30,50 $\pm 2,08$ BC	< 0,0001
Genero	24,93 $\pm 10,57$ A	38,75 $\pm 15,03$ B	39,07 $\pm 16,52$ B	95,33 $\pm 15,04$ C	47,75 $\pm 6,60$ BC	< 0,0001
Especie (riqueza)	26,07 $\pm 10,51$ A	41,50 $\pm 19,10$ BC	40,00 $\pm 18,46$ AB	135,67 $\pm 31,90$ C	48,25 $\pm 7,27$ BC	< 0,0001
Simpson	0,91 $\pm 0,05$ A	0,93 $\pm 0,04$ A	0,93 $\pm 0,03$ A	0,96 $\pm 0,01$ B	0,95 $\pm 0,01$ AB	0,0063
Shannon	2,79 $\pm 0,44$ A	3,12 $\pm 0,44$ AB	3,11 $\pm 0,41$ AB	4,03 $\pm 0,33$ C	3,33 $\pm 0,19$ BC	0,0004
Equidad	0,88 $\pm 0,04$	0,86 $\pm 0,05$	0,86 $\pm 0,04$	0,82 $\pm 0,03$	0,86 $\pm 0,03$	0,1569
Fisher	12,59 $\pm 4,95$ A	16,72 $\pm 6,91$ A	18,23 $\pm 8,58$ A	47,90 $\pm 13,18$ B	18,68 $\pm 3,25$ AB	0,0006

B: Tipo de bosque

#### 4.2.2. Curvas de rarefacción

Según las curvas de rarefacción en el área mínima de comparación (cuatro parcelas – 4 ha) se estimaron mayor riqueza de especies para el tipo de bosque 4 (470 especies) y presentó un marcado patrón de incremento conforme se aumenta el número de parcelas. Seguidamente está el tipo de bosque 3 (150 especies) y tipo de bosque 2 (cien especies) (Figura 5). El tipo de bosque 1 y 5 presentaron el menor número de especies sin diferencias significativas según el traslape de sus desvíos estándar. Los boques 1, 2, 3 y 5 presentaron patrones de incremento conforme se incrementa el área de muestreo, mucho menos pronunciadas que en el bosque 4.



**Figura 5.** Curvas de rarefacción para la estimación de la riqueza de especies con datos de árboles, palmas y helechos, registrados en parcelas de 1 ha, en los diferentes tipos de bosques en la provincia de Zamora Chinchipe. Barras verticales representan las Desviaciones Estándar ( $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.2.3. Diversidad beta ( $\beta$ )



El mayor número de especies compartidas estuvieron en los bosques 3 y 4 con 172 especies y el número más bajo fue entre el bosque 1 y 2 con 25 especies (marcados con gris) (Tabla 5). Bajo estos resultados, según las especies compartidas se registraron los mayores y menores valores en los índices de Jaccard y Sorensen.

**Tabla 5.** Especies compartidas \ e índices de Jaccard, Sorensen para los 5 tipos de Bosques, con datos de árboles a  $\geq 10$  cm de DAP.

Tipos de bosque	B1	B2	B3	B4	B5
B1	-	0,07-0,13	0,15-0,3	0,07-0,13	0,08-0,15
B2	25	-	0,16-0,28	0,23-0,38	0,13-0,23
B3	69	81	-	0,26-0,41	0,16-0,27
B4	41	132	172	-	0,10-0,19
B5	168	36	62	53	-

B: tipo de bosque

#### 4.2.4. Estructura y producción

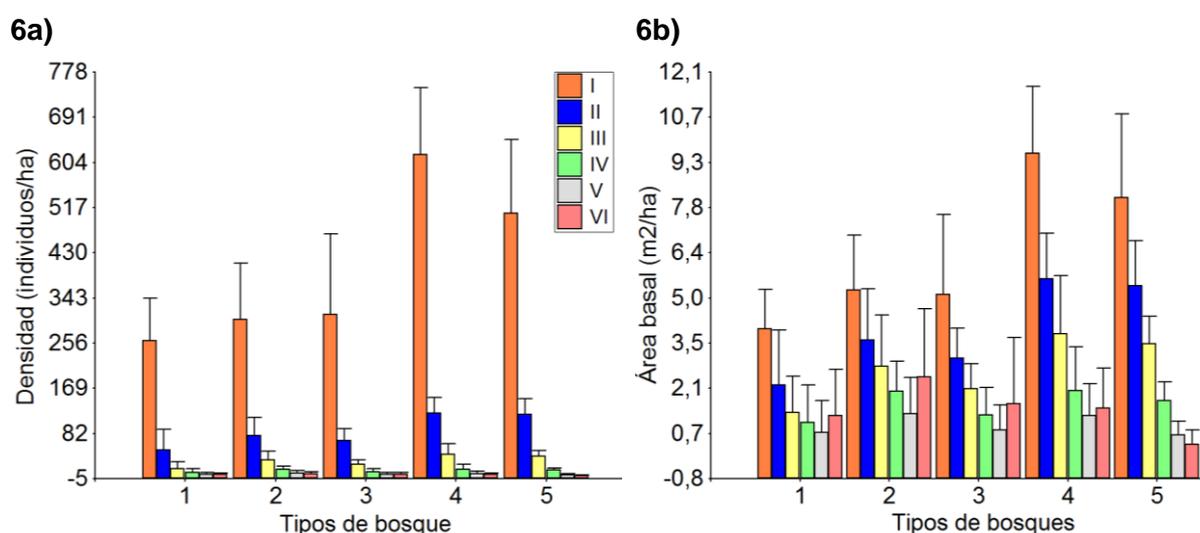
Los parámetros de estructura a nivel de densidad, área basal fueron superiores significativamente ( $P < 0,05$ ) en el bosque 4 a diferencia del bosque 1 que presentó los menores valores (Tabla 6a). La densidad presentó la típica J invertida según las clases diamétricas, característico de bosques tropicales maduros con un alto nivel de conservación y alta regeneración natural, o bosques secundarios que están en procesos de recuperación (Figura 6a). Es así que los mayores valores se registran para las clases diamétricas menores I, II y III. El área basal muestra un similar patrón respecto a la densidad, pero la clase VI ( $>60$  cm de DAP) registra mayores valores que la clase V (50 – 59,9 cm de DAP) (Figura 6b).

Los parámetros de producción a nivel de biomasa y volumen comercial presentaron los mismos patrones con respecto a los parámetros de estructura. Es así que los mayores valores ( $P < 0,05$ ) se registraron para el bosque 4 a diferencia del bosque 1 que registró los menores valores (Tabla 6b).

**Tabla 6.** Promedios  $\pm$  error estándar de densidad, área basal, biomasa y volumen comercial, registrados en parcelas de 1 ha en los diferentes tipos de bosques, provincia de Zamora Chinchipe.

Variables	B1 (1800 – 3000 msnm)	B2 (870-1230 msnm)	B3 (1360 – 1680 mnsnm)	B4 (900-1600 msnm)	B5 (1470-1600 msnm)	P
<b>6a) Estructura</b>						
<b>Densidad (N/ha)</b>	338,23 $\pm 108,95$ A	433,90 $\pm 162,73$ A	417,66 $\pm 156,52$ A	804,33 $\pm 147,91$ B	677,78 $\pm 165,42$	0,0002
<b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	10,39 $\pm 6,62$ A	17,33 $\pm 7,58$ BC	13,78 $\pm 4,53$ AB	23,58 $\pm 6,69$ C	19,57 $\pm 4,55$ BC	0,0008
<b>6b) Producción</b>						
<b>Biomasa (Mg/ha)</b>	68,71 $\pm 60,63$ A	134,86 $\pm 72,14$ BC	96,11 $\pm 36,23$ AB	190,97 $\pm 68,07$ C	135,18 $\pm 33,51$ BC	0,0016
<b>Volumen comercial (m<sup>3</sup>/ha)</b>	75,48 $\pm 72,88$ A	146,99 $\pm 73,00$ BC	108,01 $\pm 46,69$ AB	192,80 $\pm 59,89$ C	180,62 $\pm 49,10$ BC	0,0012

Letras diferentes indican diferencias significativas (Krusall\_Wallis,  $P < 0,05$ )



**Figura 6.** Valores de densidad (6a) y área basal (6b) diferenciados por clases diamétricas, registrados en parcelas de 1 ha, en los cinco tipos de bosques identificados en la provincia de Zamora Chinchipe. Barras verticales representan los Desvíos Estándar ( $P < 0,05$ ).



#### 4.3. Relaciones entre variables topográficas, ambientales y geográficas con la composición de especies, estructura y producción (tercer objetivo específico)

En la (Tabla 7) se describen los promedios y diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) de las variables topográficas y ambientales utilizadas como predictores u explicadores de la variación en la composición de especies, estructura y producción. La altitud registró diferencias significativas con mayores valores en altitud para el bosque 1 a diferencia del bosque 2 que se encuentra en los sitios más bajos. Todas las variables ambientales registraron diferencias significativas entre los diferentes tipos de bosques.

**Tabla 7.** Promedios  $\pm$  errores estándar para las variables topográficas y ambientales registrados en las parcelas de los diferentes tipos de bosque, en la provincia de Zamora Chinchipe.

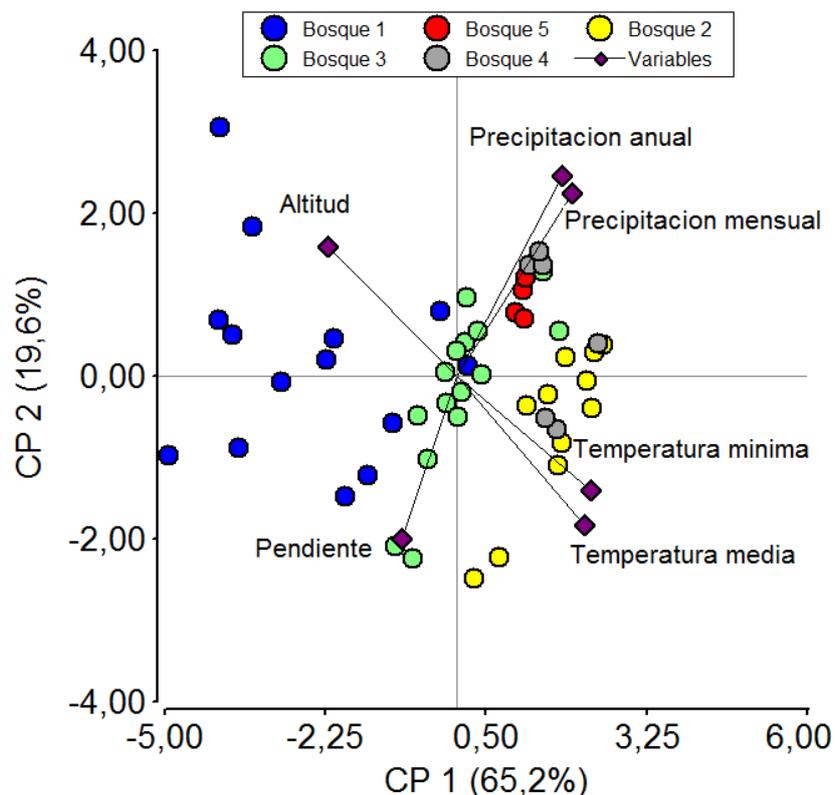
Variable	B1 (1800 – 3000 msnm)	B2 (870-1230 msnm)	B3 (1360 – 1680 msnm)	B4 (900-1600 msnm)	B5 (1470-1600 msnm)	P
Altitud (msnm)	2302,83 $\pm 386,37$ C	1003,00 $\pm 97,94$ A	1570,27 $\pm 76,62$ B	1339,58 $\pm 305,59$ AB	1562,55 $\pm 60,55$ AB	<0,0001
Pendiente (%)	41,86 $\pm 23,64$ B	22,19 $\pm 22,59$ A	29,31 $\pm 21,49$ AB	19,27 $\pm 22,06$ A	2,46 $\pm 2,84$ A	0,0344
Precipitación anual (mm)	1558,36 363,55 A	2000,44 $\pm 349,31$ BC	1839,47 $\pm 409,53$ AB	2272,07 $\pm 123,47$ C	2158,58 $\pm 59,91$ BC	0,0013
Precipitación mensual (mm)	121,49 24,32 A	160,90 $\pm 21,26$ BC	148,55 $\pm 23,69$ B	178,73 $\pm 10,61$ C	171,60 $\pm 3,30$ BC	0,0001
Temperatura máxima (°C)	23,09 3,08 A	29,33 $\pm 0,34$ C	27,32 $\pm 0,89$ B	28,35 $\pm 0,99$ BC	27,63 $\pm 0,17$ BC	<0,0001
Temperatura máxima mensual (°C)	21,89 2,94 A	27,68 $\pm 0,48$ C	25,95 $\pm 0,95$ B	26,35 $\pm 0,92$ B	25,93 $\pm 0,17$ B	<0,0001
Temperatura media (°C)	16,44 2,69 A	22,08 $\pm 0,40$ C	20,02 $\pm 0,76$ B	21,08 $\pm 0,95$ BC	20,35 $\pm 0,13$ BC	<0,0001
Temperatura media mensual (°C)	16,26 2,61 A	22,09 $\pm 0,45$ C	20,02 $\pm 0,75$ B	20,83 $\pm 0,89$ BC	20,35 $\pm 0,13$ BC	<0,0001
Temperatura mínima (°C)	10,31 2,39 A	15,94 $\pm 0,47$ C	13,69 $\pm 0,71$ B	15,05 $\pm 0,89$ C	14,38 $\pm 0,13$ BC	<0,0001
Temperatura mínima mensual (°C)	10,66 2,30 A	16,57 $\pm 0,58$ C	14,14 $\pm 0,69$ B	15,33 $\pm 0,83$ BC	14,83 $\pm 0,13$ BC	<0,0001

Letras diferentes indican diferencias significativas (Krusall\_Wallis,  $P < 0,05$ )

### 4.3.1. Correlaciones y componentes principales

Se registraron fuertes correlaciones entre las variables ambientales y topográficas (

Anexo 2). Según el análisis de componentes principales en el primer eje con una variación del 65% la altitud y la pendiente con menor intensidad están asociados con el bosque 1 y con algunas parcelas del bosque 3 (Figura 7) que también poseen el segundo valor más alto en altitud. En este mismo eje la precipitación media anual, media mensual, temperatura mínima mensual y temperatura media mensual se asocian positivamente con los bosques 2, 4 y 5, y algunas parcelas del bosque 3. En el segundo eje con una explicación del 20% el bosque 5 se asocia positivamente con la altitud y precipitación media anual y media mensual. Así mismo el mayor número de parcelas del bosque dos se asocian negativamente con la pendiente, temperatura media anual y en menor intensidad con la temperatura mínima anual.



**Figura 7.** Análisis de componentes principales para la explicación de la correlación entre variables ambientales y topográficas, y de asociación con los diferentes tipos de bosques.



#### 4.3.2. Correlaciones de matrices de distancia entre variables ambientales, topográficas y geográficas con parámetros de la vegetación

Según los resultados, las pruebas de Mantel mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre la disimilitud de la composición de especies con las variables ambientales y distancia geográfica, no así con las variables topográficas (Tabla 8). Respecto a la estructura, solo las variables ambientales mostraron diferencias significativas con la abundancia de especies. El área basal registró correlaciones significativas con las variables ambientales y distancia geográfica. Así mismo las correlaciones parciales de Mantel muestran diferencias significativas en todas las variables respecto a la composición de especies. También se registró diferencias significativas cuando las variables ambientales están controlando a las topografías frente a la abundancia de especies y en todas las correlaciones parciales respecto al área basal.

**Tabla 8.** Correlación de Mantel simples y parciales entre composición de especies, abundancia, área basal, biomasa y volumen con variables ambientales, topográficas y geográficas.

Variables	Composición		Abundancia		Área basal		Biomasa		Volumen	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
Ambientales	0,44	<0,0001	0,13	0,02	0,54	0,009	0,25	0,0140	0,27	0,009
Topográficas	0,04	0,1140	0,04	0,1120	-0,04	0,7350	-0,04	0,6410	0,01	0,3190
Geográfica	0,31	0,0010	0,06	0,1920	0,14	0,0260	0,08	0,2310	0,11	0,086
Amb*top	0,44	<0,0001	0,13	0,0240	0,54	0,0010	0,24	<0,0001	0,27	<0,0001
Amb*geo	0,46	<0,0001	0,04	0,1140	0,52	<0,0001	0,25	0,0130	0,27	<0,0001
Top*geo	0,30	<0,0001	0,06	0,0760	0,12	0,0230	0,05	0,1710	0,11	0,0430

#### 4.3.3. Partición de la Varianza en la composición de especies

Las variables seleccionadas mediante el *Forward Selection* fueron las siguientes; topográficas: altitud; ambientales: precipitación media anual y mensual, temperatura media anual, mínima y máxima mensual. La distancia geográfica, luego del Análisis de Matrices Principales Vecinas (PCNM) solo retuvo significativamente ( $P < 0,05$ ) una sola coordenada geográfica.



El análisis de partición de varianza entre la composición florística frente a las variables topográficas, ambientales y geográficas mostró un 12% de explicación y 88% de varianza inexplicada (Tabla 9). Las variables ambientales (temperatura y precipitación) representaron el mayor valor de varianza explicada (10%) seguido de la distancia geográfica (5%) y en menor cantidad las variables topográficas (2%). Dentro de las variables combinadas, las que mayor proporción registraron fueron las variables topográficas con las ambientales ( $X1+X2 = 11\%$ ) al igual que las ambientales y las geográficas ( $X2 + X3 = 11\%$ ) y en menor proporción las variables topográficas con las geográficas ( $X1+X3 = 7\%$ ).

**Tabla 9.** Partición de varianza de factores topográficos, ambientales y geográficos como predictores de la composición de especies que determinan los cinco tipos de bosques. El  $R^2$  ajustado ( $R^2_{adj}$ ) y el F estadístico se muestra para todas las variables medidas. Las combinaciones de variables controlados por otros, se identifican por su simbología.

Factor	$R^2_{adj}$	F	P
Topográficas (X1)	0,02	2,19	0,002
Ambientales (X2)	0,10	2,08	0,001
Geográficas (X3)	0,05	3,71	0,001
X1 + X2	0,11	2,02	0,001
X1 + X3	0,07	2,83	0,001
X2 + X3	0,11	2,02	0,001
Todas	0,12	1,98	0,001



## CAPITULO V: DISCUSIÓN

En este estudio se identificaron cinco tipos de bosques en una provincia que posee remanentes de bosques tanto primarios como secundarios. Estos últimos son el resultado de sucesión secundaria o restauración ecológica pasiva que se ha dado en áreas abandonadas, ocupadas décadas atrás como zonas agrícolas. Aunque la existencia de especies forestales en bosques maduros o secundarios marca la presencia y potencialidad de comunidades forestales que están influenciadas directamente por factores ambientales.

### **Tipos de bosques y su relación con la composición de especies**

Con base a la disimilitud florística y abundancia, aplicando enfoques de intercambio de especies se agrupó exploratoriamente (análisis de conglomerados) y validó formalmente (ANOSIM) cinco tipos de bosques. Estos bosques son diferentes florísticamente donde se muestra un alto porcentaje de exclusividad, en el total de especies y en especial dentro de las 10 especies más importantes ecológicamente según el IVI. Este resultado permite inferir la importancia de la exclusividad florística en la formación de comunidades forestales, como lo afirma Toledo-Garibaldi y Williams-Linera (2014). Métodos similares se han aplicado en otros contextos tropicales tanto en Mesoamérica y Sudamérica donde se identificaron tipos de bosques en gradientes altitudinales con base a parámetros de la vegetación tanto cualitativos como cuantitativos, siempre condicionados por factores ambientales (Sesnie *et al.* 2009; Chain-Guadarrama *et al.* 2012; Jadán *et al.* 2014).

En el presente estudio un alto porcentaje de especies indicadoras (> 80%) no estuvieron incluidas dentro de las 10 más importantes ecológicamente según el IVI. Ante esto se deduce que para su cálculo de las especies indicadoras se subestima la dominancia de las especies, cuyos valores son importantes para valorar bosques respecto a su biomasa y la producción forestal. Es así que para describir los bosques se consideró la mayor exclusividad y los usos en las especies más importantes ecológicamente según el índice de importancia IVI. Este índice ha sido utilizado ampliamente para caracterizar y validar grupos o comunidades vegetales ya que para su cálculo a más de la frecuencia y abundancia interviene los valores de la dominancia. Este último parámetro es determinado a través del área basal, cuyo



parámetro forma parte de la estructura de los bosques. Además se torna muy importante para las caracterizaciones de la vegetación tanto para la provisión de bienes (madera) como también para la evaluación de los servicios ecosistémicos relacionados con el carbono almacenado (biomasa-carbono almacenado) (Lima y Rodal 2010; Chave *et al.* 2014).

Las comunidades forestales 4 y 5 restringidas para la cordillera del Cóndor y la comunidad 3 con pocas parcelas (cantones Yantzatza, El Pangui y Nangaritzza) tienen sus particularidades respecto su composición florística. Aquí se destacan *H. balsamifera*, *B. paniculata*, *P. tepuiensis*, *P. dudleyi*, *C. laurifolia*, *H. mapiriense* y *D. densicoma* como especies exclusivas, registradas dentro de las 10 más importantes ecológicamente y en toda la comunidad. Estas especies han sido identificadas y descritas por Neill (2007) como importantes por su distribución biogeográfica regional, exclusividad en estratos geológicos y registros únicos para el Ecuador en la Cordillera del Cóndor.

**Variación en la diversidad y riqueza de especies.** Los resultados de las curvas de rarefacción mostraron patrones de incrementos conforme se incrementa el área de muestreo, patrón característico de los bosques tropicales (Gentry 1988b). Ninguno de los bosques se estabilizó, para lo cual se debe considerar la intensidad de muestreo para obtener datos que abarquen completamente la riqueza de especies. Los resultados obtenidos mostraron variación ( $P < 0,05$ ) en la riqueza y diversidad de especies entre las diferentes comunidades identificadas. Los mayores valores se dan para la comunidad 4 ubicada exclusivamente en la cordillera del Cóndor. Aquí no se registran especies de alto valor comercial (madera) pero sí posee varias especies consideradas de sucesión avanzada o esciófitas, dentro de las 10 más importantes ecológicamente (*W. maynensis*, *Ch. sanguinolentum*, *E. catinga*, *I deltoidea*, *N. sp.*, *O. platyspermum*) permitiendo inferir precautoriamente que se tratan de bosque maduros con un alto estado de conservación. Es así que esta comunidad con base a la composición y riqueza de especies debería ser considerada de potencial para la conservación de la biodiversidad como lo expresan Neill (2007) y Jadán y Aguirre (2013).

La comunidad 1 posee la menor riqueza de especies y se encuentra distribuida en la vertiente oriental de los Andes. Sus 10 especies más importantes ecológicamente son



características de la región andina y existen dos especies de uso maderable (*H. moritziana*, *N. membranacea*). Esta comunidad posee bajo número de especies maderables está ubicada sobre fuertes pendientes (> 41% en promedio) por lo que su potencial para aprovechamiento forestal se ve limitado. Por lo tanto, estos bosques deberían ser considerados exclusivos para la conservación de la biodiversidad, regulación hidrológica y secuestro de carbono. Además los bosques andinos son vulnerables al calentamiento global (Still *et al.* 1999) por lo que deberían ser conservados contundentemente.

Las comunidades 2, 3 y 5, aunque registran riquezas intermedias de especies, poseen algunas especies maderables (*D. peruviana*, *S. trophoides*, *A. hostmanniana*, *A. muca*, *F. citrifolia*, *O. parviflora*, *N. reticulata*, *H. macrocarpa*, *P. subserratum*, *N. membranacea* y *P. nítida*) considerando solamente las 10 especies más importantes ecológicamente (IVI), en cada comunidad. A más de estas existencias, los sitios dentro de estas comunidades poseen pendientes bajas < 30% por lo que serían idóneos para emprender su uso bajo principios de manejo forestal sostenible.

**Variación en la estructura.** La variación en la densidad presentó mayores valores para la comunidad 4 (804 N/ha). Estos resultados son superiores a los registrados en bosques tropicales ubicados a similar altitud (1300 msnm) en Bolivia (670 N/ha) (Girardin *et al.* 2014) y en Ecuador (630 N/ha) (Palacios y Jaramillo 2000) en bosques de tierras bajas. Los menores valores registrados para la comunidad 1 ubicada en la región andina (338 N/ha) son inferiores a los obtenidos en bosques maduros andinos en Bolivia (> 650 N/ha) (Bascopé y Jorgensen 2005). En nuestros sitios de estudios, dentro de la vertiente oriental de los Andes en sitios que superan los 2500 m.snm, algunos bosques son dosel bajo y sobresale una alta abundancia de individuos entre 5 y 10 cm de DAP (clase diamétrica que en esta ocasión no fue evaluada) debido a factores limitantes como pendiente y temperatura. También se articula la edad de sucesión asumiendo que los bosques de la comunidad 1 son secundarios de sucesión temprana, al poseer cinco especies pioneras (*I. sp.*, *M. aspérrima*, *M. jahnii*, *M. nutans*, *H. anisodorum*) y cinco de sucesión intermedia (*A. glandulosa*, *C. ducoides*, *G. amazonica*, *H. moritziana*, *N. membranacea*) dentro de las 10 más importantes ecológicamente; no existen especies esciófitas de sucesión avanzada. Dentro esta etapa de sucesión, sobresalen una alta cantidad de elementos arbóreos < a 10 cm de



DAP, siendo mayormente abundantes que los individuos mayores a 10 cm de DAP. Estos últimos están presentes con mayor abundancia en bosques maduros o primarios.

Los valores del área basal (altamente correlacionada positivamente con la biomasa y volumen comercial) superior en la comunidad 4, es explicado por su alto número de individuos (*Sperman*,  $r > 0,9$ ). Sus valores ( $23 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) son inferiores a los registrados en bosques de tierras bajas en Ecuador  $> 30 \text{ m}^2/\text{ha}$  (Palacios y Jaramillo 2000; Jadán *et al.* 2015) pero similares a los registrados en bosques tropicales en Perú a similares elevaciones (1300 msnm) (Girardin *et al.* 2014). Las mayores existencias en área basal de esta comunidad, la ratifica como potencial para el almacenamiento de carbono en la biomasa forestal aérea. Los menores valores registrados para la comunidad 1 ubicada en la región andina ( $10,4 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) son inferiores en comparación a los obtenidos en bosques andinos maduros en Perú ( $35 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) en similares altitudes (Girardin *et al.* 2014). Estas diferencias posiblemente sean explicadas por la edad de sucesión, al considerar que los bosques de la comunidad 1 como secundarios y de sucesión temprana. Ante esto Yepes *et al.* (2010) manifiesta que el área basal se relaciona positivamente con la edad de sucesión. La distribución típica con la J invertida según las clases diamétricas indica la existencia de bosques diversos, con una alta regeneración natural y que se encuentran en pleno proceso de recuperación como es característico de algunos tipos de bosques tropicales.

**Variables topográficas, ambientales vs composición florística, estructura y producción forestal.** Las pruebas formales del test de Mantel y partición de la varianza demuestran la explicación de las variables ambientales y geográficas sobre la variación en los parámetros evaluados, como lo afirman varios estudios realizados en bosques tropicales (Chen *et al.* 1992; O'brien *et al.* 2004; Espinosa *et al.* 2011). Parcialmente las variables combinadas de ambiente y espacio geográfico explicaron mayormente la disimilitud en la composición de especies. Bajo este resultado es evidente la articulación intrínseca de la distancia geográfica y las variables ambientales que implican una consolidada heterogeneidad de los contextos geográficos sobre la variación en parámetros de la vegetación, como lo afirman Sesnie *et al.* (2009) en estudios realizados en Costa Rica y Castellanos-Castro y Newton (2015) en Colombia.



El análisis consistente sobre partición de la varianza entre variables ambientales, topografías y distancias geográficas, solamente explicaron el 12 % de la variación en la composición de especies. Aquí las variables topografías y de distancia geográfica registraron los menores valores relativos de explicación. A escala local diferentes procesos aleatorios o biológicos permiten inferir estos resultados, ocasionados especialmente por la limitación en la dispersión. Este proceso se basa en la teoría neutral y asevera que las probabilidades de nacimiento, muerte y especiación no se basan en interacciones entre las especies ni en condiciones heterogéneas de hábitat (Rosindell *et al.* 2011).

No obstante, las variables ambientales seleccionadas bajo *Forward Selection* ( $P < 0,05$ ) precipitación media anual y mensual, temperatura media anual, mínima y máxima mensual explicaron la variación en la composición de especies. Esto coincide con otros sitios donde la precipitación es considerada la más importante (Espinosa *et al.* 2011; Muenchow *et al.* 2013). Las variables de temperatura seleccionadas en nuestro estudio, históricamente y hasta la actualidad han explicado la disimilitud de especies (Holdridge 1966; Jucker *et al.* 2015). Estas últimas variables también se correlacionan negativamente con la altitud y han marcado diferencias debidamente fundamentadas en la composición florística y estructura en gradientes altitudinales (Stevens 1992; Givnish 1998; Homeier *et al.* 2010b).

Bajo estos resultados y articulando los obtenidos bajo el análisis de componentes principales se deduce patrones de distribución de los parámetros evaluados frente a variables ambientales tanto de temperatura y precipitación que se correlacionan negativamente con la altitud. Es así que los sitios con mayor temperatura y precipitación están ubicados a menores altitudes y registran mayores valores en riqueza, estructura y producción, a excepción de la comunidad 2 que muestra patrones atípicos. Patrones similares han sido documentados en estudios locales (Homeier *et al.* 2010b) y regionales (Girardin *et al.* 2014) donde disminuye la riqueza florística conforme se incrementa la elevación.

El mismo patrón sucede con las variables de estructura (área basal) y producción (biomasa – volumen comercial). Sin embargo los patrones de asociación negativos entre densidad con altitud registrados en nuestro estudio son diferentes con los



obtenidos a nivel local y regional en gradientes andinas - amazónicas tanto en Perú, Bolivia y Ecuador, donde se afirman asociaciones positivas (Homeier *et al.* 2010a; Girardin *et al.* 2014). Respecto al área basal, nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por Homeier *et al.* (2010a) que registraron disminución del área basal con el incremento en altitud.

Los patrones de disminución de la biomasa respecto a la altitud, desde la comunidad 4 (< altitud) hasta la comunidad 1 (> altitud) coinciden con los obtenidos a nivel local en Ecuador por Moser *et al.* (2008) (gradiente entre 1050 – 3060 msnm). También coinciden a nivel regional en estudios realizados en Bolivia (gradiente de 60 -3166 msnm) y Perú (194 – 3025 msnm) (Girardin *et al.* 2014) donde la biomasa disminuye conforme aumenta la elevación.

En conclusión, En la provincia de Zamora Chinchipe existe alta diversidad ecosistémica mostrado en las diferentes comunidades forestales identificados a través de la composición de especies, sus abundancias y la aplicación de técnicas de ordenamiento estadístico. El uso adecuado de información existente (bases de datos) y técnicas metódicas permitirán identificar a futuro ecosistemas importantes para fines de conservación y manejo forestal intensivo.

Bajo principios de diversidad beta, las variables que explican la composición de especies, estructura y producción son las variables ambientales tanto la precipitación y temperatura como es común en otros contextos donde están presentes diferentes comunidades forestales tropicales. No obstante, bajo un análisis mucho más consistente (partición de la varianza) la explicación sobre parámetros de la vegetación es baja deduciendo independencia y neutralidad con fenómenos ecológicos como la dispersión e influencia de la heterogeneidad de los hábitats.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En la provincia de Zamora Chinchipe existe alta diversidad ecosistémica mostrado en los diferentes tipos de bosques identificados a través de la composición de especies, sus abundancias y la aplicación de técnicas de ordenamiento estadístico. El uso adecuado de información existente (bases de datos) y técnicas metódicas permitirán identificar a futuro ecosistemas importantes para fines de conservación y manejo forestal intensivo.



Dos bosques ubicados a menor altitud poseen la mayor riqueza de especies y mayores valores en los parámetros de estructura y producción. Entre algunos tipos de bosques, aunque poseen iguales valores en riqueza de especies y parámetros de estructura son diferentes florísticamente. Esto es evidenciado en la composición de especies, especies indicadoras, exclusividad de especies del total registradas en cada tipo de bosque y en aquellas consideradas las más importantes ecológicamente según el IVI.

Aunque en algunos bosques ubicados a menor altitud existe mayor riqueza de especies no se presenta un patrón continuo entre riqueza y diversidad de especies con la altitud. Esto posiblemente está influenciado por la existencia de diferentes bioregiones y micro-hábitats presentes en la provincia de Zamora Chinchipe. Estos patrones de distribución también ocasionan que la composición de especies, estructura y producción de los bosques no sea explicada por variables topográficas (altitud y pendiente).

Bajo correlaciones no paramétricas de *Mantel* y principios de distancia de diversidad beta, las variables que explican la composición de especies, estructura y producción son las variables ambientales tanto la precipitación y temperatura como es común en otros contextos donde están presentes diferentes tipos de bosques tropicales. No obstante, bajo un análisis mucho más consistente (partición de la varianza) la explicación sobre parámetros de la vegetación es baja deduciendo independencia y neutralidad con fenómenos ecológicos como la dispersión e influencia de la heterogeneidad de los hábitats.

La información generada permite valorar la riqueza de ecosistemas y especies existentes en un contexto altamente presionado antropogénicamente. Continuar con estudios donde se indague las potencialidades de la vegetación ligadas al uso humano y en especial al cambio del uso del suelo, sería un aspecto clave para dar pautas claras de manejo y conservación.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, N; Añazco, M; Cueva, K; Pekkarinen, A; Ramírez, C; Salazar, X; Sánchez, G. 2010. Metodología para desarrollar el estudio piloto de la Evaluación Nacional Forestal en conformidad con el mecanismo REDD+. Ministerio del Ambiente del Ecuador, y FAO. Quito, Ecuador.
- Anyonge, CH; Roshetko, JM. 2003. Farm-level timber production: orienting farmers towards the market. *Unasylva* 54(1):48-56.
- Basáñez, A; Alanís, J; Badillo, E. 2008. Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido "El Remolino", Papantla Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria* 12(2):3-21.
- Bascope, SF; Jorgensen, P. 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia* 40(3):365-379.
- Berry, P. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. *In* MR, G; GH, K. eds. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. 83-96.
- Bonan, GB. 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *science* 320(5882):1444-1449.
- Bussmann, RW. 2005. Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista peruana de Biología* 12(2):203-216.
- Castellanos-Castro, C; Newton, AC. 2015. Environmental Heterogeneity Influences Successional Trajectories in Colombian Seasonally Dry Tropical Forests. *Biotropica* 47(6):660-671.
- Colwell, RK; Chao, A; Gotelli, NJ; Lin, S-Y; Mao, CX; Chazdon, RL; Longino, JT. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5(1):3-21.
- Condit, R; Pitman, N; Leigh, EG; Chave, J; Terborgh, J; Foster, RB; Núñez, P; Aguilar, S; Valencia, R; Villa, G. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science* 295(5555):666-669.
- 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(05):463-481.
- Chave, J; Réjou-Méchain, M; Búrquez, A; Chidumayo, E; Colgan, MS; Delitti, WB; Duque, A; Eid, T; Fearnside, PM; Goodman, RC. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global change biology* 20(10):3177-3190.
- Chazdon, RL. 2008. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *science* 320(5882):1458-1460.
- Chen, J; Franklin, JF; Spies, TA. 1992. Vegetation responses to edge environments in old-growth Douglas-fir forests. *Ecological applications* 2(4):387-396.
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, yC. 2011. *InfoStat versión 2011*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Domínguez, S; Velásquez, S; Jiménez Otárola, F; Faustino, J. 2008. Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial de la subcuenca bimunicipal del río Aguas Calientes, Nicaragua.
- Dray, S; Legendre, P; Peres-Neto, PR. 2006. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). *ecological modelling* 196(3):483-493.



- Espinosa, C; Cabrera, O; Luzuriaga, A; Escudero, A. 2011. What Factors Affect Diversity and Species Composition of Endangered Tumbesian Dry Forests in Southern Ecuador? *Biotropica* 43(1):15-22.
- Finegan, B; Peña-Claros, M; Oliveira, A; Ascarrunz, N; Bret-Harte, MS; Carreño-Rocabado, G; Casanoves, F; Díaz, S; Eguiguren Velepucha, P; Fernandez, F. 2015. Does functional trait diversity predict above-ground biomass and productivity of tropical forests? Testing three alternative hypotheses. *Journal of Ecology* 103(1):191-201.
- GAD. 2011. Plan de Desarrollo Y Ordenamiento Territorial 2011 - 2015, Parroquia Buenavista.
- Gardner, TA; Barlow, J; Chazdon, R; Ewers, RM; Harvey, CA; Peres, CA; Sodhi, NS. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology letters* 12(6):561-582.
- Gentry, AH. 1988a. Tree species richness of upper Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 85(1):156-159.
- \_\_\_\_\_. 1988b. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*:1-34.
- Girardin, CA; Farfan-Rios, W; Garcia, K; Feeley, KJ; Jørgensen, PM; Murakami, AA; Cayola Pérez, L; Seidel, R; Paniagua, N; Fuentes Claros, AF. 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.
- Givnish, TJ. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology* 86(6):999-1020.
- Gordo, JFA. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 7(1).
- Hall, FG; Bergen, K; Blair, JB; Dubayah, R; Houghton, R; Hurtt, G; Kellndorfer, J; Lefsky, M; Ranson, J; Saatchi, S. 2011. Characterizing 3D vegetation structure from space: Mission requirements. *Remote Sensing of Environment* 115(11):2753-2775.
- Hammer, Ø; Harper, D; Ryan, P. 2009. PAST-PALaeontological STatistics, ver. 1.89. University of Oslo, Oslo:1-31.
- Holdridge, L. 1966. The life zone system. *Adansonia* 6(2):199-203.
- Homeier, J; Breckle, S; Günter, S; Rollenbeck, RT; Leuschner, C. 2010a. Tree Diversity, Forest Structure and Productivity along Altitudinal and Topographical Gradients in a Species-Rich Ecuadorian Montane Rain Forest. *Biotropica* 42(2):140-148.
- Homeier, J; Breckle, SW; Günter, S; Rollenbeck, RT; Leuschner, C. 2010b. Tree Diversity, Forest Structure and Productivity along Altitudinal and Topographical Gradients in a Species-Rich Ecuadorian Montane Rain Forest. *Biotropica* 42(2):140-148.
- Jadán, O; Aguirre, Z. 2013. Flora de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor. Evaluación Ecológica Rápida de la Biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador. *RAP Bulletin of Biological Assessment*. 41-48.
- Jadán, O; Veintimilla, D; Ponce, E; González, M; Aguirre, Z. 2014. Identification of forest types and floristic assessment in Bosque Protector Chongón Colonche, Ecuador. *Bosques Latitud Cero* 4:7-14.



- Jadán, O; Cifuentes, M; Torres, B; Selesi, D; Veintimilla, D; Guenter, S. 2015. Influence of tree cover on diversity, carbon sequestration and productivity of cocoa systems in the Ecuadorian Amazon. *Bois et Forest des Tropiques* (325):35-47.
- Jadán, O; Torres, B; Selesi, D; Peña, D; Rosales, C; Gunter, S. 2016. Diversidad florística y estructura en cacaotales tradicionales y bosque natural (Sumaco, Ecuador). *Colombia Forestal* 19(2).
- Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88(10):2427-2439.
- Jucker, T; Avăcăriței, D; Bărnoaiea, I; Duduman, G; Bouriaud, O; Coomes, DA. 2015. Climate modulates the effects of tree diversity on forest productivity. *Journal of Ecology*.
- Kessler, M. 2002. The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels. *Journal of Biogeography* 29(9):1159-1165.
- Kotowska, MM; Leuschner, C; Triadiati, T; Meriem, S; Hertel, D. 2015. Quantifying above-and belowground biomass carbon loss with forest conversion in tropical lowlands of Sumatra (Indonesia). *Global change biology* 21(10):3620-3634.
- Laurance, WF. 1996. Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. *Environmental Conservation* 23(01):90-91.
- \_\_\_\_\_. 2004. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 359(1443):345-352.
- Lieberman, D; Lieberman, M; Peralta, R; Hartshorn, GS. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology*:137-152.
- Lima, A; Rodal, M. 2010. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments* 74(11):1363-1373.
- Loydi, A; Distel, RA. 2010. Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología austral* 20(3):281-291.
- Lozano, P. 2002. Los tipos de bosque en el sur de Ecuador. *Botanica Austroecuatorialiana. Estudios sobre los recursos vegetales en las provincial de El Oro, Loja y Zamora-Chinchiipe*. Abya-Yala, Quito:29-49.
- Lusk, CH; Chazdon, RL; Hofmann, G. 2006. A bounded null model explains juvenile tree community structure along light availability gradients in a temperate rain forest. *Oikos* 112(1):131-137.
- Macía, MJ; Armesilla, PJ; Cámara-Leret, R; Paniagua-Zambrana, N; Villalba, S; Balslev, H; Pardo-de-Santayana, M. 2011. Palm uses in northwestern South America: a quantitative review. *The Botanical Review* 77(4):462-570.
- MAE. 2012. Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental, Quito -Ecuador.
- Magurran, AE. 2013. *Ecological diversity and its measurement*. Springer Science & Business Media. p.
- Moreno, CE. 2001. ORCYT-UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA).
- Moser, G; Röderstein, M; Soethe, N; Hertel, D; Leuschner, C. 2008. Altitudinal changes in stand structure and biomass allocation of tropical mountain forests



- in relation to microclimate and soil chemistry. Gradients in a tropical mountain ecosystem of Ecuador. Springer. 229-242.
- Muenchow, J; von Wehrden, H; Rodríguez, EF; Rodríguez, RA; Bayer, F; Richter, M. 2013. Woody vegetation of a Peruvian tropical dry forest along a climatic gradient depends more on soil than annual precipitation. *Erdkunde*:241-248.
- Murrieta, E; Finegan, B; Delgado, D; Villalobos, R; Campos, J. 2009. Identificación y caracterización florística de bosques naturales en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica.
- Neill, DA. 2007. Inventario botánico de la región de la Cordillera el Cóndor, Ecuador y Perú: actividades y resultados científicos del proyecto, 2004-2007.
- O'brien, JJ; Oberbauer, SF; Clark, DB. 2004. Whole tree xylem sap flow responses to multiple environmental variables in a wet tropical forest. *Plant, Cell & Environment* 27(5):551-567.
- Palacios, WA; Jaramillo, N. 2000. Riqueza florística y forestal de los bosques tropicales húmedos. *Revista Forestal Centroamericana*:46-50.
- Poore, D. 2013. No timber without trees: sustainability in the tropical forest. Routledge. p.
- Prodan, M. 1997. Mensura forestal. *Agroamerica*. v. 1, p.
- Putz, FE; Blate, GM; Redford, KH; Fimbel, R; Robinson, J. 2001. Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. *Conservation Biology* 15(1):7-20.
- Quijas, S; Jackson, LE; Maass, M; Schmid, B; Raffaelli, D; Balvanera, P. 2012. Plant diversity and generation of ecosystem services at the landscape scale: expert knowledge assessment. *Journal of Applied Ecology* 49(4):929-940.
- Rosenzweig, ML. 1968. Net primary productivity of terrestrial communities: prediction from climatological data. *American Naturalist*:67-74.
- Rosindell, J; Hubbell, SP; Etienne, RS. 2011. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography at age ten. *Trends in ecology & evolution* 26(7):340-348.
- Rubin, BD; Manion, PD; Faber-Langendoen, D. 2006. Diameter distributions and structural sustainability in forests. *Forest Ecology and Management* 222(1):427-438.
- Sesnie, SE; Finegan, B; Gessler, PE; Ramos, Z. 2009. Landscape-Scale Environmental and Floristic Variation in Costa Rican Old-Growth Rain Forest Remnants. *Biotropica* 41(1):16-26.
- Shirima, DD; Totland, Ø; Moe, SR. 2016. The relative importance of vertical soil nutrient heterogeneity, and mean and depth-specific soil nutrient availabilities for tree species richness in tropical forests and woodlands. *Oecologia*:1-12.
- Sierra, R. 2013. Patrones y factores de deforestación en el Ecuador Continental, 1990-2010, y un acercamiento a los próximos 10 años
- Stevens, GC. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *American naturalist*:893-911.
- Still, CJ; Foster, PN; Schneider, SH. 1999. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature* 398(6728):608-610.
- Toledo-Garibaldi, M; Williams-Linera, G. 2014. Tree diversity patterns in successive vegetation types along an elevation gradient in the Mountains of Eastern Mexico. *Ecological research* 29(6):1097-1104.



- Valencia, R; Balslev, H; Miño, GPY. 1994. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity & Conservation* 3(1):21-28.
- Veintimilla Ramos, DA. 2013. Identificación y caracterización de tipos de bosque tropical sobre un gradiente altitudinal en Costa Rica: el caso “Caribe-Villa Mills”.
- Watkins Jr, JE; Cardelús, C; Colwell, RK; Moran, RC. 2006. Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany* 93(1):73-83.
- Yepes, AP; del Valle, JI; Jaramillo, SL; Orrego, SA. 2010. Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia). *Revista de Biología tropical* 58(1):427-445.
- Zimmerman, JK; Aide, TM; Rosario, M; Serrano, M; Herrera, L. 1995. Effects of land management and a recent hurricane on forest structure and composition in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 77(1):65-76.



## ANEXOS

**Anexo 1.** Valores de Índice de Valor de Importancia de los 5 Tipos de Bosque en la Provincia de Zamora Chinchipe.

Especie	Familia	B1 (1800- 3000 msnm)	B2 (870- 1230 msnm)	B3 (1360- 1680 msnm)	B4 (900- 1600 msnm)	B5 (1470- 1600 msnm)
<i>Abarema jupunba</i>	Fabaceae				0,24	
<i>Abarema killipii</i>	Fabaceae	0,71			0,05	
<i>Abatia parviflora</i>	Flacourtiaceae	0,31		0,42		0,37
<i>Acacia glomerosa</i>	Fabaceae		0,10			
<i>Aegiphila integrifolia</i>	Lauraceae				0,06	
<i>Albizia multiflora</i>	Verbenaceae	0,97				
<i>Aegiphila ferruginea</i>	Lamiaceae			0,45		
<i>Aegiphila integrifolia</i>	Lamiaceae		0,11			
<i>Aegiphila purpurascens</i>	Lamiaceae			0,10		
<i>Aegiphila sp</i>	Lauraceae				0,05	
<i>Aiouea dubia</i>	Lauraceae	0,68				
<i>Albizia multiflora</i>	Fabaceae		0,21		0,51	
<i>Albizia sp</i>	Fabaceae					0,51
<i>Alchornea brachygyne</i>	Euphorbiaceae				0,05	
<i>Alchornea costaricensis</i>	Euphorbiaceae			0,55		
<i>Alchornea grandiflora</i>	Euphorbiaceae	0,53	0,39	1,50	0,41	
<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	1,69	0,87	1,02	0,64	1,05
<i>Alchornea glandiflora</i>	Euphorbiaceae				0,09	
<i>Alchornea latifolia</i>	Euphorbiaceae		0,75		0,66	
<i>Alchornea leptogyna</i>	Euphorbiaceae				0,17	
<i>Alchornea pearcei</i>	Euphorbiaceae		0,30			
<i>Alchornea sp</i>	Euphorbiaceae				0,05	
<i>Alchornea triplinervia</i>	Euphorbiaceae		0,32	0,14	0,21	
<i>Alibertia myrciifolia</i>	Rubiaceae			0,06	0,19	
<i>Alibertia pilosa</i>	Rubiaceae				0,11	
<i>Allophylus floribundus</i>	Sapindaceae	0,10		0,30		
<i>Allophylus pilosus</i>	Sapindaceae		0,11		0,15	
<i>Alsophila cuspidata</i>	Cyatheaceae				0,05	
<i>Alzatea verticillata</i>	Alzateaceae	0,15		0,28	0,14	0,69
<i>Anacardium glandulosa</i>	Anacardiaceae			0,06		
<i>Anacardiaceae sp</i>	Anacardiaceae			0,06		
<i>Andira sp</i>	Fabaceae			0,08		
<i>Andira taurotesticulata</i>	Fabaceae			1,06		
<i>Aniba formosa</i>	Lauraceae		0,14		0,11	
<i>Aniba hostmanniana</i>	Lauraceae			2,16		0,49
<i>Aniba muca</i>	Lauraceae	0,21	0,36	1,80		



<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae				0,23	
<i>Aniba perutilis</i>	Lauraceae	1,16	0,77	0,09		
<i>Aniba taubertiana</i>	Lauraceae		0,77		0,11	
<i>Annona ambotany</i>	Annonaceae		0,11			
<i>Annona andicola</i>	Annonaceae			0,07		
<i>Annona glauca</i>	Annonaceae			0,34		1,90
<i>Annona sp</i>	Annonaceae			0,07		
<i>Annona symphyocarpa</i>	Annonaceae		0,09	0,30		
<i>Aparisthium cordatum</i>	Euphorbiaceae				0,12	
<i>Anthopterus revolutus</i>	Ericaceae				0,11	
<i>Aparisthium cordatum</i>	Euphorbiaceae		1,83	0,88	0,49	0,22
<i>Apeiba aspera</i>	Malvaceae		0,36		0,25	
<i>Ardisia guianensis</i>	Myrsinaceae		0,15	0,10		
<i>Ardisia sp</i>	Primulaceae	0,48				
<i>Arecaceae sp</i>	Arecaceae			0,05		
<i>Aspidosperma colibri</i>	Apocynaceae				0,05	
<i>Aspidosperma darienense</i>	Apocynaceae				0,17	
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	Moraceae			0,06		
<i>Aspidosperma laxiflorum</i>	Apocynaceae		0,24		0,30	
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Apocynaceae				0,42	
<i>Aspidosperma peñini</i>	Apocynaceae				0,14	
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Apocynaceae				0,07	
<i>Aspidosperma zarza</i>	Apocynaceae				0,09	
<i>Axinaea macrophylla</i>	Melastomataceae	0,26				
<i>Axinaea pauciflora</i>	Melastomataceae			0,12		
<i>Axinaea sclerophylla</i>	Melastomataceae			0,15		
<i>Bactris gasipaes</i>	Arecaceae		0,39			
<i>Baccharis nitida</i>	Asteraceae		0,17			
<i>Banara guianensis</i>	Salicaceae		0,40	0,45		
<i>Banara guianensis</i>	Salicaceae			0,15		
<i>Batocarpus orinocensis</i>	Moraceae		0,59		0,12	
<i>Bathysa peruviana</i>	Rubiaceae		1,01	0,55		3,17
<i>Beilschmiedia sp</i>	Lauraceae				0,05	
<i>Banara nitida</i>	Chloranthaceae			0,29		
<i>Beilschmiedia sp</i>	Lauraceae		0,19	0,06	0,06	
<i>Beilschmiedia sulcata</i>	Moraceae			0,81		
<i>Beilschmiedia tovarensis</i>	Lauraceae		0,11			
<i>Bellucia pentamera</i>	Melastomataceae				0,05	
<i>Blakea sp</i>	Phyllanthaceae			0,06		
<i>Bonnetia paniculata</i>	Bonnetiaceae			0,21	0,20	1,25
<i>Borojoa sp</i>	Rubiaceae				0,05	
<i>Brosimum alicastrum</i>	Aquifoliaceae			0,21		
<i>Brosimum condorensis</i>	Moraceae			0,09	0,37	



<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae		1,01		0,06	
<i>Brunellia aureliniense</i>	Aquifoliaceae			0,06	0,16	
<i>Brunellia inermis</i>	Indeterminado			0,06		0,32
<i>Brunelia sp</i>	Aquifoliaceae				0,05	
<i>Buchenavia grandis</i>	Combretaceae				0,19	
<i>Burseraceae sp</i>	Burseraceae	0,10				
<i>Byrsonima condorensis</i>	Malpighiaceae			0,17	0,28	
<i>Byrsonima putumayensis</i>	Malpighiaceae			0,14	0,12	
<i>Byrsonima sp</i>	Malpighiaceae				0,06	
<i>Byrsonima tiputini</i>	Melastomataceae			0,06		
<i>Cabralea canjerana</i>	Meliaceae				0,11	
<i>Cabralea sp</i>	Melastomataceae			0,06		
<i>Calyptranthes bipennis</i>	Melastomataceae			0,07		
<i>Calatola costaricensis</i>	Metteniusaceae			0,05	0,05	0,32
<i>Calophyllum condorensis</i>	Calophyllaceae			0,13	0,19	
<i>Calyptranthes densiflora</i>	Myrtaceae		0,64		0,20	
<i>Calyptranthes pulchella</i>	Myrtaceae	0,53				
<i>Calyptranthes sp</i>	Myrtaceae	0,13			0,11	
<i>Calliandra trinervia</i>	Fabaceae		0,26			
<i>Campomanesia sp</i>	Myrtaceae				0,05	
<i>Capirona sp</i>	Myrtaceae			0,23		
<i>Capparis sp</i>	Capparaceae				0,07	
<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaraceae				0,07	
<i>Caryodendron orinocense</i>	Euphorbiaceae		1,13		0,65	
<i>Carica sp</i>	Primulaceae			0,12		
<i>Casearia aculeata</i>	Salicaceae	0,29				
<i>Casearia arborea</i>	Lauraceae				0,20	
<i>Casearia combaymensis</i>	Salicaceae		0,22	0,27	0,06	0,20
<i>Casearia quinduensis</i>	Salicaceae	0,26				
<i>Castilla sp</i>	Lauraceae			0,06		
<i>Cavendishia bracteata</i>	Ericaceae	0,16				
<i>Cecropia amgustifolia</i>	Urticaceae	0,41	0,10	0,43		
<i>Cecropia andina</i>	Urticaceae	0,86		0,24		
<i>Cecropia distachya</i>	Urticaceae		0,84		0,07	
<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae		0,61			
<i>Cecropia marginalis</i>	Urticaceae		0,30		0,30	
<i>Cecropia montana</i>	Urticaceae		0,23	0,12	0,32	0,96
<i>Cecropia polyphlebia</i>	Urticaceae	0,50		1,04		
<i>Cecropia putumayonis</i>	Urticaceae		0,14			
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae		0,35		0,20	
<i>Cedrela montana</i>	Meliaceae	0,94		0,67		0,20
<i>Cedrela nebulosa</i>	Meliaceae			0,21		1,39
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	0,31	0,09			



<i>Ceiba lupuna</i>	Malvaceae	0,65	0,17	0,15		
<i>Celtis iguanaea</i>	Cannabaceae			0,31		
<i>Centronia laurifolia</i>	Melastomataceae		0,71		0,16	
<i>Cestrum megalophyllum</i>	Clusiaceae				0,06	
<i>Cephaelis gentryi</i>	Rubiaceae	0,69				
<i>Chimarrhis hookeri</i>	Lauraceae			0,28		
<i>Ceroxylon parvifrons</i>	Arecaceae	0,12				
<i>Cestrum megalophyllum</i>	Solanaceae		0,09			
<i>Cestrum racemosum</i>	Sapotaceae				0,05	
<i>Cestrum schlechtendalii</i>	Sapotaceae				0,06	
<i>Cespedesia spathulata</i>	Ochnaceae		0,86			
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i>	Peraceae					2,95
<i>Chamaedorea linearis</i>	Arecaceae				0,05	
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>	Peraceae			0,08	0,09	
<i>Chimarrhis hookeri</i>	Rubiaceae		0,11		0,06	
<i>Chrysophyllum auratum</i>	Proteaceae				0,05	
<i>Chrysochlamys bracteolata</i>	Clusiaceae		0,36	0,84	0,10	
<i>Chrysophyllum colombianum</i>	Sapotaceae		1,31		0,06	
<i>Chrysochlamys hookeri</i>	Clusiaceae				0,15	
<i>Chrysochlamys membranacea</i>	Clusiaceae	0,27				
<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>	Sapotaceae			0,73	3,66	1,40
<i>Cinchona krauseana</i>	Rubiaceae		0,22			
<i>Cintronia laurifolia</i>	Araliaceae				0,05	
<i>Cinchona luncifolia</i>	Rubiaceae	0,22		0,11		0,67
<i>Cinchona macrocalyx</i>	Rubiaceae		0,43			
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Lauraceae		0,19	0,16	0,26	
<i>Citronella sp</i>	Cardiopteridaceae				0,05	
<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	0,11	1,94		0,21	
<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae		1,33	0,09	0,31	
<i>Clethra fimbriata</i>	Clethraceae	0,35		0,17	0,17	
<i>Clethra revoluta</i>	Clethraceae	0,42		0,08	0,13	0,46
<i>Clethra sp</i>	Clethraceae			0,06	0,07	
<i>Clitoria arborea</i>	Fabaceae		2,20			
<i>Clusia alata</i>	Clusiaceae	0,87		0,15	0,18	
<i>Clusia androphora</i>	Clusiaceae				0,48	
<i>Clusia articulata</i>	Clusiaceae		0,15		0,26	
<i>Clusia crenata</i>	Clusiaceae			0,05	0,10	
<i>Clusia ducuoides</i>	Clusiaceae	3,11		0,29	0,15	0,56
<i>Clusia elliptica</i>	Clusiaceae	0,89		0,55	0,24	
<i>Clusia flava</i>	Clusiaceae			0,05	0,07	
<i>Clusia latipes</i>	Clusiaceae			0,21		0,67
<i>Clusia octandra</i>	Clusiaceae			0,06	0,21	
<i>Clusia pavonii</i>	Clusiaceae	0,17				



<i>Clusiaceae</i>	Clusiaceae			0,09		
<i>Clusia sp</i>	Clusiaceae			0,15	0,26	
<i>Clusia weberbaueri</i>	Clusiaceae		0,10		0,14	
<i>Coccoloba mollis</i>	Polygonaceae				0,14	
<i>Compsoeura morona-santiagoensis</i>	Myristicaceae			0,06	0,68	
<i>Condaminea corymbosa</i>	Rubiaceae				0,09	
<i>Conceveiba guianensis</i>	Euphorbiaceae				0,14	
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae		0,47	0,74	0,10	
<i>Cordia nodosa</i>	Boraginaceae			0,18		
<i>Cordia ucayaliensis</i>	Boraginaceae			0,27	0,07	
<i>Coussapoa asperifolia</i>	Urticaceae			0,13		
<i>Coussarea brevicaulis</i>	Rubiaceae				0,05	
<i>Couepia chrysocalyx</i>	Chrysobalanaceae				0,09	
<i>Coussapoa crassivenosa</i>	Urticaceae		0,18		0,07	0,40
<i>Coussapoa ovalifolia</i>	Urticaceae					0,20
<i>Couropita sp</i>	Lecythidaceae				0,06	
<i>Coussarea sp</i>	Rubiaceae				0,06	
<i>Coussapoa villosa</i>	Urticaceae	0,25	0,12		0,13	
<i>Crematosperma megalophyllum</i>	Annonaceae		0,19		0,05	
<i>Critoniopsis floribunda</i>	Asteraceae			0,75		0,53
<i>Critoniopsis occidentalis</i>	Asteraceae	0,21		0,20	0,72	
<i>Critoniopsis pycnantha</i>	Asteraceae	0,17				
<i>Critoniopsis seviliana</i>	Asteraceae	0,16				
<i>Croton cuneatus</i>	Euphorbiaceae				0,05	
<i>Croton gossypifolius</i>	Euphorbiaceae				0,05	
<i>Croton lechleri</i>	Euphorbiaceae	0,11		0,18	0,17	
<i>Croton mutisianus</i>	Euphorbiaceae					0,87
<i>Croton pachypodus</i>	Euphorbiaceae			0,12	1,41	0,27
<i>Croton perspeciosus</i>	Euphorbiaceae			0,08		
<i>Croton rimbachii</i>	Euphorbiaceae			0,07		
<i>Croton schiedeanus</i>	Euphorbiaceae			0,99		
<i>Cupania americana</i>	Sapindaceae	0,15	0,20	0,06		
<i>Cupania cinerea</i>	Sapindaceae				0,07	
<i>Cupania latifolia</i>	Sapindaceae				0,05	
<i>Cyathea bipinnatifida</i>	Cyatheaceae				0,37	
<i>Cyathea caracasana</i>	Cyatheaceae	0,46			0,06	
<i>Cyathea lechleri</i>	Cyatheaceae				0,07	
<i>Cyathea sp</i>	Cyatheaceae				0,25	
<i>Cybianthus guianensis</i>	Primulaceae				0,07	
<i>Cybianthus magnus</i>	Primulaceae			0,07		
<i>Cybianthus occigranatis</i>	Primulaceae				0,05	
<i>Cybianthus peruvianus</i>	Primulaceae				0,08	



<i>Cybianthus resinus</i>	Primulaceae				0,19	
<i>Cybianthus sp</i>	Primulaceae			0,05	0,16	
<i>Dacryodes condorensis</i>	Burseraceae				0,64	
<i>Dacryodes peruviana</i>	Burseraceae		1,93		0,54	0,72
<i>Dacryodes tepuyensis</i>	Burseraceae				0,07	
<i>Dacryodes uruts-kunchae</i>	Burseraceae			0,60		0,71
<i>Delostoma integrifolium</i>	Bignonaceae		0,09			
<i>Dendropanax macrophyllum</i>	Araliaceae	0,26				
<i>Dendropanax micropodus</i>	Araliaceae				0,11	
<i>Dendropanax macrophyllum</i>	Araliaceae		0,11		0,06	0,34
<i>Dendropanax micropodus</i>	Araliaceae		0,18		0,14	
<i>Dendropanax sp</i>	Asteraceae	0,17				
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	Arecaceae			1,54	0,66	1,12
<i>Digomphia densicoma</i>	Bignonaceae			0,94	0,36	
<i>Diploptropis sp</i>	Fabaceae			0,06		
<i>Distichlis sp</i>	Poaceae				0,05	
<i>Drimys granadensis</i>	Winteraceae	0,25		0,05		
<i>Duguetia spixiana</i>	Annonaceae				0,05	
<i>Dussia tessmannii</i>	Fabaceae			0,18	0,23	0,57
<i>Elaeagia karstenii</i>	Rubiaceae			0,16	0,12	
<i>Elaeagia mariae</i>	Rubiaceae			0,22	0,77	0,23
<i>Elaeagia myriantha</i>	Rubiaceae			0,11	0,05	
<i>Elaeagia obovata</i>	Rubiaceae		0,33		0,43	2,83
<i>Elaeagia pastoensis</i>	Rubiaceae		0,23	0,05	0,32	
<i>Elaeagia shirma</i>	Rubiaceae			0,05		
<i>Elaeagia sp</i>	Rubiaceae				0,23	
<i>Elaeagia utilis</i>	Rubiaceae	0,11	0,34	0,20	0,46	
<i>Endlicheria aurea</i>	Lauraceae		0,70		0,13	
<i>Endlicheria chalisea</i>	Lauraceae				0,16	
<i>Endlicheria formosa</i>	Lauraceae	0,82		0,86	0,05	
<i>Endlicheria griseo-sericea</i>	Lauraceae					3,11
<i>Endlicheria lorastemon</i>	Lauraceae		0,75			
<i>Endlicheria oreocola</i>	Lauraceae				0,10	
<i>Endlicheria ruforamula</i>	Lauraceae			0,06	0,13	
<i>Endlicheria sericea</i>	Lauraceae	0,12	0,10	0,19	0,13	
<i>Endlicheria sp</i>	Lauraceae				0,17	
<i>Erythroxyllum fimbriatum</i>	Primulaceae				0,06	
<i>Erythroxyllum mambensis</i>	Erythroxylaceae			0,05		
<i>Erythrina megistophylla</i>	Theaceae			0,07		
<i>Erythroxyllum nangarisense</i>	Erythroxylaceae			0,06		
<i>Erythroxyllum sp</i>	Erythroxylaceae			0,05		
<i>Eschweilera aff gigantea</i>	Lecythidaceae				0,09	
<i>Eschweilera andina</i>	Lecythidaceae				0,11	



<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae			0,06	0,06	
<i>Eschweilera caudiculata</i>	Lecythidaceae				0,12	
<i>Eschweilera comunis</i>	Lecythidaceae			0,07		
<i>Eschweilera sp</i>	Lecythidaceae				0,14	
<i>Esenbeckia amazonica</i>	Rutaceae			0,28		
<i>Eugenia dibrachiata</i>	Myrtaceae				0,06	
<i>Eugenia florida</i>	Myrtaceae			0,63	0,05	1,66
<i>Eugenia oerstediana</i>	Myrtaceae		0,16	0,12	0,22	
<i>Eugenia orthostemon</i>	Myrtaceae	0,69				
<i>Eugenia patrisii</i>	Myrtaceae			0,11		
<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae	0,49		0,05	0,21	
<i>Euphorbia laurifolia</i>	Euphorbiaceae			0,06		
<i>Euplassa occidentalis</i>	Proteaceae					0,25
<i>Euphorbiaceae sp</i>	Euphorbiaceae			0,07		
<i>Euterpe catinga</i>	Arecaceae			0,16	1,00	
<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae			0,06	0,14	1,95
<i>Fabaceae sp</i>	Fabaceae			0,08		
<i>Faramea bangii</i>	Rubiaceae			0,07		
<i>Faramea capillipes</i>	Indeterminado				0,10	
<i>Faramea coerulescens</i>	Rubiaceae			0,11		
<i>Faramea sp</i>	Rubiaceae			0,06		
<i>Ficus americana</i>	Moraceae			0,16	0,06	0,51
<i>Ficus apollinaris</i>	Moraceae		0,31			
<i>Ficus bombuscaroana</i>	Moraceae		0,71		0,23	
<i>Ficus castellviana</i>	Moraceae				0,05	
<i>Ficus citrifolia</i>	Moraceae	0,51	0,97	1,90		2,74
<i>Ficus cuatrecasana</i>	Moraceae	0,17	0,14	0,43		
<i>Ficus guianensis</i>	Moraceae		0,14		0,07	
<i>Ficus insipida</i>	Moraceae		0,23		0,12	0,71
<i>Ficus maxima</i>	Moraceae	0,25				
<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae		0,48	0,55		
<i>Ficus sp</i>	Moraceae		1,00	0,10	0,60	
<i>Ficus subapiculata</i>	Moraceae				0,09	
<i>Ficus trapezicola</i>	Moraceae	1,46				
<i>Freziera condorensis</i>	Pentaphylacaceae			0,05	0,08	
<i>Gaiadendron punctatum</i>	Loranthaceae	0,54				
<i>Garcinia macrophylla</i>	Clusiaceae		0,21	0,24	0,05	0,53
<i>Garcinia madruno</i>	Myrtaceae				0,15	
<i>Geissanthus andinus</i>	Primulaceae	0,18				
<i>Geissanthus sp</i>	Primulaceae		0,26		0,05	
<i>Geissanthus vanderwerffii</i>	Primulaceae	0,55				
<i>Genipa sp</i>	Rubiaceae		0,11		0,12	
<i>Gloeospermum equatoriense sp</i>	Lauraceae				0,12	



<i>Gordonia fruticosa</i>	Theaceae	0,56		0,09	0,10	1,18
<i>Graffenrieda cucullata</i>	Melastomataceae				0,06	
<i>Graffenrieda emarginata</i>	Melastomataceae	0,38		0,15	0,20	
<i>Graffenrieda harlingii</i>	Melastomataceae	0,39				
<i>Graffenrieda intermedia</i>	Melastomataceae			0,23		
<i>Graffenrieda miconioides</i>	Melastomataceae			0,15	0,29	
<i>Graffenrieda sp</i>	Melastomataceae			0,07	0,07	
<i>Graffenrieda uribei</i>	Melastomataceae			0,13	0,99	
<i>Grias neuberthii</i>	Lecythidaceae		0,39			
<i>Grias peruviana</i>	Lecythidaceae	0,20	1,19	0,19	1,50	
<i>Guatteria aff decurrens</i>	Annonaceae				0,06	
<i>Guatteria amazonica</i>	Annonaceae	1,49				
<i>Guatteria asplundiana</i>	Annonaceae			0,24		0,31
<i>Guatteria cf amazonica</i>	Annonaceae				0,10	
<i>Guatteria cf citriodora</i>	Annonaceae			0,08	0,07	
<i>Guarea grandifolia</i>	Meliaceae		0,99			
<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae		0,43	0,83	0,86	1,04
<i>Guarea macrophylla</i>	Meliaceae		0,86	0,43		
<i>Guatteria pastazae</i>	Annonaceae	0,38				
<i>Guarea persistens</i>	Meliaceae			0,62		
<i>Guarea pterorhachis</i>	Meliaceae	0,36				
<i>Guarea s1</i>	Meliaceae				0,05	
<i>Guatteria sp</i>	Annonaceae		0,16	0,07	0,34	
<i>Guarea subandina</i>	Meliaceae	0,92		0,05		
<i>Guettarda crispiflora</i>	Rubiaceae			0,07		
<i>Gustavia macarenensis</i>	Sapotaceae				0,12	
<i>Gustavia sp</i>	Lecythidaceae			0,09		
<i>Gynoxys sp</i>	Asteraceae	0,12				
<i>Hebepetalum humiriifolium</i>	Linaceae				0,05	
<i>Hedyosmum goudotianum</i>	Chloranthaceae	1,26		0,50	0,05	0,31
<i>Hedyosmum goudotianum</i>	Chloranthaceae	1,29				
<i>Hedyosmum racemosum</i>	Chloranthaceae	0,39				
<i>Hedyosmum sprucei</i>	Chloranthaceae				0,05	
<i>Heisteria acuminata</i>	Oleaceae	0,13				
<i>Heisteria megalophylla</i>	Oleaceae			0,18		
<i>Heisteria sp</i>	Oleaceae			0,05	0,08	
<i>Heliocarpus americanus</i>	Oleaceae	1,32	0,70	1,94	0,39	
<i>Helicostylis tivarensis</i>	Moraceae	0,62				
<i>Helicostylis tomentosa</i>	Moraceae		0,77	0,47	0,91	
<i>Henriettella lorentensis</i>	Melastomataceae				0,06	
<i>Herrania sp</i>	Malvaceae				0,06	
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Phyllanthaceae		0,90		0,18	
<i>Hieronyma asperifolia</i>	Euphorbiaceae	1,01		0,27		



<i>Hieronyma moritziana</i>	Phyllantaceae				0,73	
<i>Hieronyma fendleri</i>	Phyllantaceae				0,11	
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Phyllantaceae		0,27	1,41	0,06	3,24
<i>Hieronyma moritziana</i>	Euphorbiaceae	1,83	0,23	0,28		
<i>Hieronyma oblonga</i>	Phyllantaceae			0,10	0,35	
<i>Hirtella pilosissima</i>	Anacardiaceae			0,11		
<i>Hirtella sp</i>	Chrysobalanaceae	0,11				
<i>Hirtella triandra</i>	Chrysobalanaceae				0,09	
<i>Hortia brasiliensis</i>	Rutaceae	0,20		0,08		
<i>Hortia brasiliensis</i>	Rutaceae			0,05	0,05	
<i>Huberodendron swietenoides</i>	Malvaceae				0,23	
<i>Huerteia glandulosa</i>	Tapisciaceae		0,20			0,42
<i>Humiria balsamifera</i>	Humiriaceae				1,51	
<i>Humiria diguense</i>	Humiriaceae					0,20
<i>Humiriastrum mapiriense</i>	Humiriaceae			0,39	0,31	0,52
<i>Icacinaeae columbiana</i>	Icacinaceae		0,18			
<i>Ilex aff. laureola</i>	Aquifoliaceae			0,05		
<i>Ilex amoroica</i>	Aquifoliaceae	0,60				
<i>Ilex andicola</i>	Aquifoliaceae	0,13		0,05		
<i>Ilex arenisca</i>	Aquifoliaceae			0,06		
<i>Ilex auricula</i>	Aquifoliaceae			0,12	0,14	
<i>Ilex gabrielleana</i>	Aquifoliaceae			0,36		
<i>Ilex guayusa</i>	Aquifoliaceae				0,06	
<i>Ilex laurina</i>	Aquifoliaceae		0,09		0,22	
<i>Ilex macarenensis</i>	Aquifoliaceae				0,06	
<i>Ilex nervosa</i>	Aquifoliaceae			0,11		
<i>Ilex rimbachii</i>	Aquifoliaceae	0,23				
<i>Ilex rupicola</i>	Aquifoliaceae	0,31				
<i>Ilex scopulorum</i>	Aquifoliaceae			0,06	0,13	
<i>Ilex sp</i>	Aquifoliaceae			0,06	0,19	
<i>Ilex yurumanguinis</i>	Aquifoliaceae			0,05		
<i>Inga acreana</i>	Fabaceae		0,40		0,25	1,85
<i>Inga alba</i>	Fabaceae				0,13	
<i>Inga bourgonii</i>	Fabaceae			0,10	0,21	
<i>Inga capitata</i>	Fabaceae				0,05	
<i>Inga cordatoalata</i>	Fabaceae				0,07	
<i>Inga densiflora</i>	Fabaceae				0,07	
<i>Inga edulis</i>	Fabaceae		0,30			
<i>Inga fastuosa</i>	Fabaceae				0,17	
<i>Inga gracillior</i>	Fabaceae			0,83		
<i>Inga laurina</i>	Fabaceae				0,06	
<i>Inga leiocalycina</i>	Fabaceae		0,31		0,62	
<i>Inga marginata</i>	Fabaceae		0,41	0,09		



<i>Inga nobilis</i>	Fabaceae		2,46	1,55	0,05	
<i>Inga punctata</i>	Fabaceae		1,51	0,13		
<i>Inga ruiziana</i>	Fabaceae			0,07	0,16	
<i>Inga sapindoides</i>	Fabaceae			0,05		
<i>Inga sp</i>	Fabaceae	2,29		0,07	0,67	
<i>Inga striata</i>	Fabaceae	0,92		0,38		
<i>Inga thibaudiana</i>	Fabaceae		0,34		0,05	
<i>Inga tomentosa</i>	Fabaceae		0,23	1,19		
<i>Inga vismiifolia</i>	Fabaceae				0,05	
<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae		5,94	0,88	1,52	
<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristecaceae		0,26		0,06	
<i>Isertia laevis</i>	Rubiaceae		0,26	0,05		
<i>Jacaranda copaia</i>	Bignonaceae		1,14		0,14	
<i>Jacaranda digitata</i>	Bignonaceae		0,25		0,08	
<i>Jacaranda glabra</i>	Bignonaceae		0,56			
<i>Jacaratia spinosa</i>	Bignonaceae		0,58			
<i>Lacmellea edulis</i>	Apocynaceae			0,06	0,42	4,64
<i>Lacmellea macrantha</i>	Apocynaceae				0,13	
<i>Lacistema sp</i>	Lacistemataceae		0,10			
<i>Ladenbergia acutifolia</i>	Rubiaceae				0,20	
<i>Ladenbergia klugii</i>	Rubiaceae		0,09		0,34	
<i>Ladenbergia lambertiana</i>	Rubiaceae				0,05	
<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	Rubiaceae			0,12	0,05	
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	Rubiaceae	0,45	0,24	0,07		
<i>Ladenbergia riveroana</i>	Rubiaceae			0,05	0,27	
<i>Ladendergia sp</i>	Rubiaceae			1,54	0,09	
<i>Ladenbergia stenocarpa</i>	Rubiaceae				0,13	
<i>Lafoensia acuminata</i>	Lythraceae		0,26		0,18	
<i>Lauraceae</i>	Lauraceae		0,11		0,50	
<i>Lauraceae</i>	Lauraceae			0,16		
<i>Lauraceae sp</i>	Lauraceae			0,10	0,64	
<i>Leandra sp</i>	Melastomataceae				0,05	
<i>Leonia crassa</i>	Violaceae					1,02
<i>Licania aff apetala</i>	Chrysobalanaceae				0,07	
<i>Licaria cannella</i>	Lauraceae			0,05		
<i>Licania celiae</i>	Chrysobalanaceae				0,05	
<i>Licania condoriensis</i>	Chrysobalanaceae			0,05		
<i>Licania heteromorpha</i>	Chrysobalanaceae			0,11	0,27	
<i>Licania macrocarpa</i>	Chrysobalanaceae			0,09		
<i>Licania</i>	Chrysobalanaceae		1,43	0,05	0,53	
<i>Licaria sp</i>	Lauraceae				0,06	
<i>Licaria terminalis</i>	Lauraceae				0,05	
<i>Lonchocarpus hylobius</i>	Fabaceae				0,49	



<i>Lozania klugii</i>	Lacistemataceae			0,05		
<i>Lozania nunkui</i>	Lacistemataceae			0,08	0,06	
<i>Mabea caudata</i>	Euphorbiaceae				0,07	
<i>Mabea macbridei</i>	Euphorbiaceae				0,10	
<i>Mabea nitida</i>	Euphorbiaceae			0,52	0,18	
<i>Mabea sp</i>	Euphorbiaceae				0,08	
<i>Machaerium acutifolium</i>	Fabaceae				0,07	
<i>Machaerium cuspidatum</i>	Fabaceae			0,12		
<i>Macrobium gracile</i>	Fabaceae				0,20	
<i>Macrobium sp</i>	Fabaceae				0,28	
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae		0,10		0,14	
<i>Magnolia yanzatzaensis</i>	Magnoliaceae					0,30
<i>Magnolia bankardiorum</i>	Magnoliaceae				0,05	
<i>Magnolia elliptica</i>	Magnoliaceae				0,09	
<i>Magnolia glabra</i>	Magnoliaceae				0,06	
<i>Magnolia shuarorum</i>	Magnoliaceae			0,06	0,15	
<i>Magnolia yantzazana</i>	Magnoliaceae				0,06	
<i>Malvaceae sp</i>	Malvaceae		0,90	0,13		0,69
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae		0,17			
<i>Marcgraavia brownei</i>	Marcgraviaceae			0,06	0,05	
<i>Marila magnifica</i>	Calophyllaceae		0,10		0,07	
<i>Marila sp</i>	Calophyllaceae				0,05	
<i>Matisia bracteolosa</i>	Malvaceae				0,11	
<i>Matisia cordata</i>	Malvaceae		0,13		0,05	
<i>Matisia floccosa</i>	Malvaceae			0,06		
<i>Matayba inelegans</i>	Sapindaceae				0,23	
<i>Matisia longiflora</i>	Malvaceae	0,30				
<i>Matisia malacocalyx</i>	Malvaceae		0,15	0,06	0,05	
<i>Matayba sp</i>	Sapindaceae			0,06		
<i>Mauria heterophylla</i>	Anacardiaceae		0,38	0,06		
<i>Mauria suaveolens</i>	Anacardiaceae		0,09			
<i>Meliosma meridensis</i>	Sabiaceae	0,18		0,10		
<i>Meliaceae</i>	Meliaceae		0,20			
<i>Meliosma sp</i>	Sabiaceae			0,08	0,43	
<i>Meriania ferruginea</i>	Melastomataceae			0,06		
<i>Meriania hexamera</i>	Melastomataceae	0,26				
<i>Meriania huilensis</i>	Melastomataceae			0,10		
<i>Meriania maguirei</i>	Melastomataceae	0,33		0,06		
<i>Meriania rigida</i>	Melastomataceae			0,07	0,05	
<i>Miconia asperrima</i>	Melastomataceae	2,29				
<i>Miconia axclepiadea</i>	Melastomataceae			1,53		
<i>Miconia brevitheca</i>	Melastomataceae			1,23		
<i>Miconia calvescens</i>	Melastomataceae		0,28		0,44	2,48



<i>Miconia cipitellata</i>	Melastomataceae	0,44				
<i>Miconia cladonia</i>	Melastomataceae	0,32				
<i>Micropholis egensis</i>	Sapotaceae				0,06	
<i>Micropholis guyanensis</i>	Sapotaceae			0,77	0,26	
<i>Miconia jahnii</i>	Melastomataceae	1,78				
<i>Miconia nutans</i>	Melastomataceae	4,15				
<i>Miconia prasina</i>	Melastomataceae		0,09			
<i>Miconia punctata</i>	Melastomataceae	0,36	0,12		0,11	1,77
<i>Miconia s1</i>	Melastomataceae		0,56	0,38	1,14	
<i>Miconia s2</i>	Melastomataceae		0,51		0,06	
<i>Miconia s3</i>	Melastomataceae			0,17	0,63	
<i>Micropholis sp</i>	Sapotaceae			0,06	0,19	
<i>Miconia theaezans</i>	Melastomataceae	0,63				
<i>Micropholis venulosa</i>	Sapotaceae		0,22	0,08	0,58	
<i>Mollinedia caudata</i>	Monimiaceae				0,15	
<i>Mollinedia latifolia</i>	Monimiaceae				0,05	
<i>Monimiaceae</i>	Monimiaceae		0,16			
<i>Morus insignis</i>	Moraceae	0,29		0,33		
<i>Morella pubescens</i>	Myricaceae	0,37				
<i>Moraceae</i>	Moraceae		1,45		0,08	
<i>Myrsine andina</i>	Primulaceae	0,63				
<i>Myrsine coriacea</i>	Primulaceae	0,97		0,16		
<i>Moraceae sp</i>	Moraceae				0,05	
<i>Myrcia fallax</i>	Myrtaceae	1,05				
<i>Myrcia guianensis</i>	Myrtaceae	0,41		0,06		0,69
<i>Myrsine oliva</i>	Primulaceae			0,13	0,22	
<i>Myrsine pellucida</i>	Primulaceae				0,05	
<i>Myrcianthes prodigiosa</i>	Myrtaceae			0,16		
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Myrtaceae	0,38				
<i>Myrtaceae sp</i>	Myrtaceae			0,14		
<i>Myrtaceae</i>	Myrtaceae		0,33		0,27	
<i>Myrcianthes sp</i>	Myrtaceae				0,11	
<i>Myristicaceae</i>	Myristicaceae		0,26		0,07	
<i>Myrsinaceae</i>	Myrsinaceae				0,15	
<i>Myrcia sp</i>	Myrtaceae	0,63				
<i>Myrcia sp</i>	Myrtaceae			0,08	0,24	
<i>Myrsine sodiroana</i>	Primulaceae			0,15		0,20
<i>Myrsine sp</i>	Primulaceae				0,05	
<i>Myrcia subcordifolia</i>	Myrtaceae			0,09	0,18	
<i>Nectandra sp</i>	lauraceae				0,06	
<i>Naucleopsis glabra</i>	Moraceae	0,50		0,17		0,31
<i>Naucleopsis krukoffii</i>	Moraceae				0,12	
<i>Naucleopsis sp</i>	Moraceae		0,23		0,16	



<i>Naucleopsis ulei</i>	Moraceae				0,10	
<i>Nectandra acutifolia</i>	lauraceae		0,10		0,19	
<i>Nectandra cissiflora</i>	lauraceae				0,24	
<i>Nectandra crassiloba</i>	lauraceae				0,11	
<i>Nectandra cuspidata</i>	lauraceae		0,17	0,22		
<i>Nectandra hihua</i>	lauraceae				0,34	
<i>Nectandra l1aevis</i>	lauraceae	0,44				
<i>Nectandra l2ineata</i>	lauraceae	0,28		1,03		
<i>Nectandra laurel</i>	lauraceae	0,90		0,08	0,06	
<i>Nectandra lineatifolia</i>	lauraceae	0,91		0,09		
<i>Nectandra longifolia</i>	lauraceae			0,05	0,05	
<i>Nectandra lucida</i>	lauraceae		0,96	0,20	0,22	0,86
<i>Nectandra membranacea</i>	lauraceae	1,56		0,36	0,20	3,55
<i>Nectandra purpurea</i>	lauraceae			0,66		
<i>Nectandra reflexa</i>	lauraceae				0,06	
<i>Nectandra reticulata</i>	lauraceae			2,06	0,05	
<i>Nectandra sp</i>	lauraceae		0,11	0,06	1,28	
<i>Nectandra tomentosa</i>	lauraceae		0,23			
<i>Neea divaricata</i>	Nyctaginaceae			0,05		
<i>Neea ovalifolia</i>	Nyctaginaceae		0,40	0,12	0,33	2,06
<i>Neea parviflora</i>	Nyctaginaceae				0,08	
<i>Neea sp</i>	Nyctaginaceae			0,41		
<i>Neea spruceana</i>	Nyctaginaceae			0,55	0,49	
<i>Neea virens</i>	Nyctaginaceae			0,06	0,10	
<i>Nyctaginaceae</i>	Nyctaginaceae		0,10			
<i>Ochnaceae grandifolia</i>	Ochnaceae			0,05		
<i>Ochroma pyramidale</i>	Malvaceae	0,14	0,25	0,29	0,14	
<i>Ocotea aciphylla</i>	Lauraceae			0,05	0,31	
<i>Ocotea amazonica</i>	Lauraceae				0,14	
<i>Ocotea architectorum</i>	Lauraceae				0,06	
<i>Ocotea benthamiana</i>	Lauraceae			0,10	0,11	
<i>Ocotea bofo</i>	Lauraceae	0,83				
<i>Ocotea cernua</i>	Lauraceae	0,50	0,45	0,12	0,18	
<i>Ocotea floribunda</i>	Lauraceae				0,06	
<i>Ocotea infrafoveolata</i>	Lauraceae	0,19				
<i>Ocotea javitensis</i>	Lauraceae				0,23	
<i>Ocotea longifolia</i>	Lauraceae				0,05	
<i>Ocotea quixos</i>	Lauraceae				0,09	
<i>Ocotea sericea</i>	Lauraceae	0,91				
<i>Ocotea skutchii</i>	Lauraceae				0,05	
<i>Ocotea sp</i>	Lauraceae		0,34	0,05	0,90	
<i>Ocotea subrutilans</i>	Lauraceae			1,19		
<i>Ocotea whitei</i>	Lauraceae				0,05	



<i>Oenocarpus bataua</i>	Arecaceae			0,06		
<i>Ophiocaryon heterophyllum</i>	Sabiaceae				0,26	
<i>Oreopanax andreanum</i>	Araliaceae	0,44				
<i>Oreopanax argentatus</i>	Araliaceae				0,05	
<i>Oreocallis grandiflora</i>	Proteaceae	0,26				
<i>Oreopanax trifidus</i>	Araliaceae			0,25		
<i>Ormosia amazonica</i>	Fabaceae			0,06	0,12	
<i>Ormosia sp</i>	Fabaceae			0,21		
<i>Orthaea abbreviata</i>	Ericaceae	0,18				
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae		0,09		1,15	
<i>Otoba glycyarpa</i>	Myristicaceae		1,14	0,27		
<i>Otoba gordoniiifolia</i>	Myristicaceae			0,07		
<i>Otoba parvifolia</i>	Myristicaceae		1,05	2,45	0,18	0,82
<i>Otoba sp1</i>	Myristicaceae	1,35				
<i>Otoba sp</i>	Myristicaceae				0,12	
<i>Ouratea amplifolia</i>	Ochnaceae			0,05	0,05	
<i>Ouratea williamsii</i>	Ochnaceae				0,08	
<i>Pachira espectabilis</i>	Malvaceae			0,05		
<i>Pachira sp</i>	Malvaceae			0,06		
<i>Pagamea dudleyi</i>	Rubiaceae			0,14	0,41	
<i>Palicourea andrei</i>	Rubiaceae			0,67		
<i>Palicourea c1alotrysa</i>	Rubiaceae	1,26				
<i>Palicourea calophebia</i>	Rubiaceae	0,94				
<i>Palicourea guianensis</i>	Rubiaceae		0,09			
<i>Palicourea hambrusta</i>	Rubiaceae			0,07		
<i>Palicourea numi</i>	Rubiaceae			0,06		
<i>Palicourea sp</i>	Rubiaceae			0,08	0,16	
<i>Palicourea stipularis</i>	Rubiaceae	0,63				
<i>Palcourea webebaueri</i>	Rubiaceae				0,05	
<i>Panopsis ferruginea</i>	Proteaceae	0,78				
<i>Parkia nitida</i>	Fabaceae				0,41	5,23
<i>Persea aff areaolatocostae</i>	Lauraceae			0,05	0,07	
<i>Persea caerulea</i>	Lauraceae			0,97	0,05	
<i>Persea cuneata</i>	Lauraceae			0,07		
<i>Persea ferruginea</i>	Lauraceae	1,23		0,06	0,12	
<i>Perebea guianensis</i>	Moraceae				0,05	
<i>Persea nudigemma</i>	Lauraceae				0,05	
<i>Persea raimondii</i>	Lauraceae				0,11	
<i>Persea rigens</i>	Lauraceae				0,05	
<i>Perebea s1</i>	Moraceae				0,21	
<i>Persea sericea</i>	Lauraceae			0,10		
<i>Persea sp</i>	Lauraceae			0,05	0,26	
<i>Perebea tessmannii</i>	Moraceae	0,90				



<i>Persea weberbaueri</i>	Lauraceae			0,05	0,08	
<i>Perebea xanthochyma</i>	Moraceae				0,59	
<i>Phitopsis crystallina</i>	Rubiaceae				0,25	
<i>Phitopsis sp</i>	Rubiaceae				0,08	
<i>Picramnia sellowii</i>	Pricamniaceae		0,09		0,06	
<i>Piper bogotense</i>	Piperaceae		0,23			
<i>Piptocoma discolor</i>	Asteraceae	0,36	0,72	1,82	0,13	1,02
<i>Piptocarpha lechleri</i>	Asteraceae	0,72				
<i>Piper sp</i>	Piperaceae		0,23			
<i>Pleuranthodendron sp</i>	Salicaceae			0,07		
<i>Pleurothyrium sp</i>	Lauraceae	0,38	0,12	0,06	0,13	
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Podocarpaceae	1,18				0,24
<i>Podocarpus sp.</i>	Podocarpaceae		0,09		0,45	
<i>Podocarpus sprucei</i>	Podocarpaceae			0,10	0,36	0,61
<i>Podocarpus tepuiensis</i>	Podocarpaceae			0,21		
<i>Polygonaceae sp</i>	Polygonaceae		0,17			
<i>Poulsenia armata</i>	Moraceae		0,58	0,07		
<i>Pourouma bicolor</i>	Urticaceae		0,34	0,20	0,17	
<i>Pouteria bangii</i>	Sapotaceae	0,89				
<i>Pouteria bilocularis</i>	Sapotaceae			0,06		
<i>Pouteria caimito</i>	Sapotaceae		0,49	0,50	0,08	
<i>Pouteria condorensis</i>	Sapotaceae				0,06	
<i>Pouteria capacifolia</i>	Sapotaceae		0,15		0,07	1,21
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae		0,42	0,49	0,51	1,04
<i>Pouteria coriácea</i>	Sapotaceae		0,12	0,71		
<i>Pouteria durlandii</i>	Sapotaceae				0,08	
<i>Pourouma guianensis</i>	Urticaceae		0,93	0,15	0,08	
<i>Pourouma melinonii</i>	Urticaceae		0,53	0,32		
<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae	1,27			0,13	
<i>Pouteria multiflora</i>	sapotaceae				0,08	
<i>Pouteria ob lanceolata</i>	sapotaceae				0,06	
<i>Poulsenia</i>	Moraceae		0,23		0,22	
<i>Pourouma s2</i>	Urticaceae				0,08	
<i>Pouteria simulans</i>	Sapotaceae		0,41			
<i>Pouteria sp</i>	Sapotaceae		0,45	0,06	0,58	
<i>Pouteria torta</i>	Sapotaceae	0,58				
<i>Prestoea acuminata</i>	Arecaceae	0,36				
<i>Prestoea schultzeana</i>	Arecaceae				0,35	
<i>Primulaceae sp</i>	Primulaceae		0,36	0,68		
<i>Protium aracouchini</i>	Burseraceae		0,37		0,19	
<i>Protium crenatum</i>	Burseraceae			0,13	0,08	
<i>Protium fimbriatum</i>	Burseraceae	0,12		0,34		
<i>Protium Kabiedum</i>	Burseraceae			0,05		



<i>Protium machinensis</i>	Burseraceae				0,05	
<i>Proteaceae</i>	Proteaceae		0,18			
<i>Protium sp</i>	Burseraceae				0,14	
<i>Protium subserratum</i>	Burseraceae		0,17	0,06	0,11	4,14
<i>Prunus condorensis</i>	Rosaceae			0,08	0,08	
<i>Prunus debilis</i>	Rosaceae			0,06	0,08	
<i>Prunus herthae</i>	Rosaceae			0,05	0,11	
<i>Prumnopitys montana</i>	Podocarpaceae	0,63				
<i>Prunus opaca</i>	Rosaceae	0,55		0,27		
<i>Prumnopitys</i>	Podocarpaceae		0,15			
<i>Prunus sp</i>	Rosaceae		0,22		0,24	
<i>Prunus vana</i>	Rosaceae				0,13	
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae			0,14	0,93	
<i>Pseudolmedia laevis</i>	Moraceae				0,09	
<i>Pseudolmedia rigida</i>	Moraceae		0,24			0,63
<i>Pseudolmedia sp</i>	Moraceae			0,06	0,20	
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	Fabaceae				0,19	
<i>Psidium guineense</i>	Myrtaceae			0,19		
<i>Psidium sp</i>	Myrtaceae	0,31				
<i>Psychotria pichisensis</i>	Rubiaceae		0,10		0,07	
<i>Psychotria sp</i>	Rubiaceae		0,09	0,10	0,11	
<i>Pterocarpus sp</i>	Fabaceae				0,11	
<i>Purdiaea nutans</i>	Clethraceae			0,54	0,27	
<i>Quararibea wittii</i>	Malvaceae				0,06	
<i>Remijia chelomaphylla</i>	Rubiaceae				0,19	
<i>Rhamnus sp</i>	Rhamnaceae				0,05	
<i>Richeria sp</i>	Phyllanthaceae				0,06	
<i>Rodostemonodphne grandis</i>					0,06	
<i>Rollinia dolichopetala</i>	Annonaceae		1,39	0,06		
<i>Rollinia hispida</i>	Annonaceae				0,05	
<i>Rollinia sp</i>	Annonaceae		0,13		0,05	
<i>Rondeletia sp</i>	Rubiaceae				0,06	
<i>Roucheria laxiflora</i>	Linaceae			0,26	0,70	
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	0,20		0,17	0,07	0,21
<i>Roupala monosperma</i>	Proteaceae	1,03			0,09	
<i>Ruagea glabra</i>	Meliaceae	0,70		0,08		
<i>Ruagea sp</i>	Meliaceae	0,20			0,12	
<i>Rubiaceae s1</i>	Rubiaceae			0,06		
<i>Rubiaceae</i>	Rubiaceae		0,42		0,24	
<i>Rubiaceae sp</i>	Rubiaceae			0,06		
<i>Salacia sp</i>	Celastraceae			0,05	0,17	
<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	0,27		1,10		
<i>Sapium marmierí</i>	Euphorbiaceae		0,65		0,34	0,31



<i>Sapotaceae s1</i>	Sapotaceae			0,05		
<i>Sapotaceae</i>	Sapotaceae		0,23		0,12	
<i>Sapindaceae sp</i>	Sapindaceae					0,24
<i>Sapium sp</i>	Euphorbiaceae		0,69	0,06	0,38	
<i>Sapium stylare</i>	Euphorbiaceae			0,23		
<i>Saurauia bullosa</i>	Actinidiaceae	0,29		0,21		
<i>Saurauia herthae</i>	Actinidiaceae			0,20		
<i>Saurauia peruviana</i>	Actinidiaceae		0,09			
<i>Saurauia tomentosa</i>	Actinidiaceae	0,26				
<i>Schefflera aurelina</i>	Araliaceae			0,06		
<i>Schradera condorensis</i>	Araliaceae			0,06		
<i>Schefflera harmsii</i>	Araliaceae			0,42	0,06	
<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae			0,05	0,05	
<i>Schlegelia parviflora</i>	Araliaceae			0,05	0,05	
<i>Schefflera peñini</i>	Araliaceae			0,08	0,11	
<i>Schefflera sp</i>	Araliaceae		0,39		0,15	
<i>Schefflera sp</i>	Araliaceae	0,48		0,11		
<i>Senna macrophylla</i>	Fabaceae				0,08	
<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae			0,16	0,30	0,47
<i>Simarouba sp</i>	Simaroubaceae	0,57				
<i>Simira sp</i>	Rubiaceae		0,22		0,22	
<i>Siparuna aspera</i>	Siparunaceae		0,10			
<i>Siparuna muricata</i>	Siparunaceae			0,06		
<i>Siparuna sp</i>	Siparunaceae	0,18				
<i>Sloanea floribunda</i>	Elaeocarpaceae			0,26	0,05	
<i>Sloanea guianensis</i>	Elaeocarpaceae				0,09	
<i>Sloanea sp</i>	Elaeocarpaceae				0,15	
<i>Socratea exorrhiza</i>	Arecaceae			0,28	0,51	
<i>Socratea sp</i>	Arecaceae					0,33
<i>Solanum abitaguense</i>	Solanaceae			0,12		0,20
<i>Solanum hispidum</i>	Solanaceae	0,36				
<i>Solanaceae microcalyx</i>	Solanaceae			0,06		0,20
<i>Sorocea hirtella</i>	Moraceae			0,21		
<i>Sorocea sp</i>	Moraceae		0,11			
<i>Sorocea trophoides</i>	Moraceae		2,35		0,61	
<i>Spirotheca rosea</i>	Malvaceae			0,06	0,48	
<i>Sterculia colombiana</i>	Malvaceae				0,08	
<i>Sterigmaphetalum obovatum</i>	Rhizophoraceae				0,10	
<i>Sterculia rebecca</i>	Malvaceae			0,05		0,68
<i>Sterculia sp</i>	Malvaceae	0,50				
<i>Stilpnophyllum grandifolium</i>	Rubiaceae			0,05	0,36	
<i>Styrax peruvianus</i>	Styracaceae				0,05	
<i>Stylogyne serpentina</i>	Primulaceae				0,06	



<i>Styrax sp</i>	Styracaceae				0,10	
<i>Swartzia aureosericea</i>	Fabaceae				0,13	
<i>Swartzia sp</i>	Fabaceae				0,06	
<i>Swietenia sp</i>	Meliaceae			0,07		
<i>Symplocos bogotensis</i>	Symplocaceae	0,45				
<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae	0,27			0,07	
<i>Symplocos peruvianus</i>	Symplocaceae			0,06		
<i>Symplocos quitensis</i>	Symplocaceae	0,26		0,16		
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	0,67		0,48		
<i>Tabernaemontana sananho</i>	Apocynaceae	0,31				
<i>Tachigali chrysaloides</i>	Fabaceae				0,29	
<i>Tachigali inconspicua</i>	Fabaceae		0,36			
<i>Tachigali sp</i>	Fabaceae		0,26		0,06	0,22
<i>Talauma estipulata</i>	Magnoliaceae			0,08		
<i>Talauma rimachii</i>	Magnoliaceae				0,05	
<i>Talauma s1</i>	Magnoliaceae			0,09	0,13	
<i>Talisia sp</i>	Sapindaceae				0,07	
<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae		0,65	0,50	0,72	0,72
<i>Tapirira obtusa</i>	Anacardiaceae		0,17		0,15	
<i>Tapirira orquidensi</i>	Anacardiaceae			0,05		
<i>Tapirira rubrinervis</i>	Anacardiaceae			0,56		
<i>Tapirira sp</i>	Anacardiaceae	0,96			0,05	
<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae		1,00		0,18	
<i>Ternstroemia circumscissilis</i>	Pentaphylacaceae			0,06	0,28	
<i>Ternstroemia macrocarpa</i>	Pentaphylacaceae	0,50				
<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae		0,38	0,36		0,27
<i>Terminalia sp</i>	Combretaceae	0,48				
<i>Tetragastris altissima</i>	Burseraceae				0,06	
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i>	Salicaceae		0,09			
<i>Tetrorchidium macrophyllum</i>	Euphorbiaceae		0,17			
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	Euphorbiaceae		0,12		0,11	
<i>Tetragastris sp</i>	Burseraceae				0,05	
<i>Tetrorchidium sp</i>	Euphorbiaceae			0,06		
<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae		0,09		0,09	
<i>Theobroma sp</i>	Malvaceae				0,05	
<i>Tibouchina lepidota</i>	Melastomataceae	0,25				
<i>Tibouchina ochypetala</i>	Melastomataceae					0,84
<i>Tibouchina sp</i>	Melastomataceae			0,05	0,10	
<i>Tocoyena sp</i>	Rubiaceae				0,09	
<i>Tovomita condorensis</i>	Clusiaceae				0,12	
<i>Tovomitopsis membranacea</i>	Clusiaceae			0,11		
<i>Tovomita sp</i>	Clusiaceae				0,58	
<i>Tovomita weddelliana</i>	Clusiaceae		0,16	0,35	0,44	0,51



<i>Trattinnickia lawrancei</i>	Burseraceae		0,25			
<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	0,47		0,62		0,20
<i>Trema sp</i>	Cannabaceae		0,41			
<i>Triplaris cumingiana</i>	Polygonaceae		0,13	0,07	0,19	
<i>Trichilia elegans</i>	Meliaceae		0,89			
<i>Trichilia maynasiana</i>	Meliaceae	0,62				
<i>Trichilia micrantha</i>	Meliaceae				0,11	
<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae		0,41		0,42	0,85
<i>Trichilia pittieri</i>	Meliaceae			0,26		
<i>Trichilia sp</i>	Meliaceae		0,09		0,16	
<i>Trophis caucana</i>	Moraceae		0,12		0,05	
<i>Turpinia occidentalis</i>	Staphyleaceae	0,44		0,27		
<i>Unonopsis floribunda</i>	Annonaceae				0,05	
<i>Unonopsis sp</i>	Annonaceae				0,05	
<i>Urera caracasana</i>	Urticaceae		0,10		0,20	
<i>Urera sp</i>	Urticaceae	0,31	0,16			
<i>Urticaceae sp</i>	Urticaceae		0,09			
<i>Vantanea sp</i>	Humiriaceae				0,47	0,89
<i>Vernonanthura patens</i>	Asteraceae		0,15	0,29		
<i>Verbesina pentantha</i>	Asteraceae	0,89				
<i>Verbenaceae sp</i>	Verbenaceae		0,16			
<i>Viburnum aff obtectum</i>	Adoxaceae			0,06	0,05	
<i>Viburnum sp</i>	Adoxaceae		0,16			
<i>Viburnum stipitatum</i>	Adoxaceae	0,56				
<i>Viola calophylla</i>	Myristicaceae		0,23		0,17	
<i>Viola elongata</i>	Myristicaceae				0,23	
<i>Viola pavonis</i>	Myristicaceae				0,10	
<i>Viola peruviana</i>	Myristicaceae			0,27	0,26	
<i>Viola sp</i>	Myristicaceae		0,19		0,13	
<i>Vismia auriformis</i>	Hypericaceae	0,49				
<i>Vismia baccifera</i>	Hypericaceae		0,19	1,00		0,87
<i>Vismia gracilis</i>	Hypericaceae			0,08		
<i>Vismia sp</i>	Hypericaceae		0,48			
<i>Vochysia bracedinii</i>	Vochysiaceae				0,12	
<i>Vochysia condorica</i>	Vochysiaceae			0,11		
<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae			0,81	0,77	0,43
<i>Vochysia gardneri</i>	Vochysiaceae		0,57			
<i>Vochysia grandis</i>	Vochysiaceae				0,06	
<i>Vochysia guianensis</i>	Vochysiaceae		0,32			
<i>Warszewiczia coccinea</i>	Rubiaceae		0,09			
<i>Warszewiczia sp</i>	Rubiaceae				0,05	
<i>Weinmania auriculifera</i>	Cunoniaceae				0,06	
<i>Weinmannia balbisiana</i>	Cunoniaceae			0,13		1,25



<i>Weinmannia elliptica</i>	Cunoniaceae	0,83				
<i>Weinmannia glabra</i>	Cunoniaceae				0,06	
<i>Weinmannia latifolia</i>	Cunoniaceae			0,05	0,05	
<i>Weinmannia macrophylla</i>	Cunoniaceae	0,39				
<i>Weinmannia nuatiwin</i>	Cunoniaceae			0,05		
<i>Weinmannia ovata</i>	Cunoniaceae			0,10		
<i>Weinmannia rollottii</i>	Cunoniaceae	0,13				
<i>Weinmannia sp</i>	Cunoniaceae	0,20		0,05	0,07	
<i>Wettinia kalbreyeri</i>	Arecaceae		0,26		0,19	5,70
<i>Wettinia longipetala</i>	Arecaceae			0,49		
<i>Wettinia maynensis</i>	Arecaceae	0,18	1,88	0,32	2,29	1,38
<i>Wettinia sp</i>	Arecaceae				0,07	
<i>Xylopia sp</i>	Annonaceae				0,11	
<i>Zanthoxylum grandifolium</i>	Rutaceae		0,09			
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

## Anexo 2. Correlacion de Sperman entre variables ambientales y topográficas.

	Altitud	Pendiente	Ombro-tipo meses secos	Precipitación anual	Precipitación mensual	Temperatura máxima	Temperatura máxima mensual,,	Temperatura media	Temperatura media mensual	Temperatura mínima	Temperatura mínima mensual,,
Altitud	1	0,1118	0,404	0,0041	0,0004	0	0	0	0	0	0
Pendiente	0,2254	1	0,2149	0,0581	0,0026	0,1095	0,2855	0,1373	0,162	0,1075	0,0913
Ombrotipo meses secos	-0,1194	-0,1767	1	0,0001	0,0005	0,9903	0,88	0,9979	0,8514	0,564	0,5367
Precipitación anual	-0,3953	-0,2672	0,5353	1	0	0,017	0,0625	0,0052	0,0053	0,0001	0,0002
Precipitación mensual	-0,4767	-0,4137	0,4687	0,9289	1	0,0035	0,0208	0,0008	0,0009	0	0
Temperatura máxima	-0,9434	-0,2268	0,0017	0,3327	0,4013	1	0	0	0	0	0
Temperatura máxima mensual,	-0,9235	-0,1525	-0,0217	0,2628	0,323	0,9765	1	0	0	0	0
Temperatura media	-0,9414	-0,2109	0,0004	0,3859	0,4566	0,987	0,973	1	0	0	0
Temperatura media mensual	-0,9518	-0,1988	0,0269	0,3845	0,4514	0,9836	0,9794	0,9924	1	0	0
Temperatura mínima	-0,9265	-0,2281	0,0827	0,5361	0,5953	0,9415	0,9149	0,9715	0,9641	1	0
Temperatura mínima mensual,	-0,9459	-0,2389	0,0885	0,504	0,5705	0,9549	0,9324	0,9744	0,9791	0,9903	1

