

**ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA A DIFERENTE GRADIENTE  
ALTITUDINAL EN EL BOSQUE MONTANO ALTO LLUCUD, CANTÓN  
CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

**MARIO ALFONSO CUVI HUEBLA**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO FORESTAL**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2010**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNLA DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de INVESTIGACIÓN Titulada: **ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA A DIFERENTE GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL BOSQUE MONTANO ALTO LLUCUD, CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad del egresado Mario Alfonso Cuvi Huebla, ha sido minuciosamente revisado; quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DE TESIS**

**FIRMA**

Ing. Jorge Caranqui

**DIRECTOR**

---

Ing. José Altamirano

**MIEMBRO**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Riobamba Diciembre del 2010**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado con gratitud a Dios, fuente de sabiduría y ciencia e infinita bondad.

A mis Padres, que con amor y sacrificio, supieron motivarme moral y materialmente para culminar mis estudios superiores, obtener un título y asegurarme para un futuro mejor.

Mario

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi gratitud especial a Dios, por ser motor fundamental de mi vida y permitirme haber llegado hasta este sitio.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, por la formación recibida.

Al Ingeniero Jorge Caranqui, por haber dirigido la presente investigación en calidad de Director e Ingeniero José Altamirano, en calidad de Miembro, gracias por el apoyo incondicional, confianza y paciencia, en todo este tiempo, muchas gracias.

A mis compañeras María Lorena Ortiz, Marcela Rodríguez y Gabriela Paucar, por su apoyo incondicional y ánimo invaluable tanto en la fase de campo y de oficina les quedo muy agradecido.

A mi compañera(o) Silvia Solís y Darwin Armijos, gracias por su apoyo.

Al compañero Franklin Cargua, copropietario de la Asociación San Pedro de Lluçud por haberme permitido ingresar al bosque, para llevar a efecto la presente investigación.

Finalmente deseo expresar mi constancia de agradecimiento a mis Padres, Hermanos y Tíos, por todo el apoyo incondicional.

Y todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron con el desarrollo de esta investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>PAG</b>
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE GRAFICOS	ii
LISTA DE ANEXOS	iii
<b>I. TITULO</b>	1
<b>II. INTRODUCCION</b>	1
A. JUSTIFICACION	2
B. OBJETIVOS	2
<b>III. REVISION DE LITERATURA</b>	3
A. GENERALIDADES	3
B. BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO	3
C. GRADIENTES ALTITUDINALES Y BIODIVERSIDAD	4
D. BIODIVERSIDAD DE ESPECIES	6
<b>IV. MATERIALES Y METODOS</b>	9
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	16
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	24
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	26
<b>VIII. RESUMEN</b>	27
<b>IX. SUMMARY</b>	28
<b>X. BIBLIOGRAFIA</b>	29
<b>XI. ANEXOS</b>	31

## LISTA DE CUADROS

Nº	Descripción	Página
1.	Diversidad e IVI de especies registradas en los tres gradientes altitudinales	17

## LISTA DE GRAFICOS

Nº	Descripción	Página
1.	Georreferenciación del lugar de estudio	11
2.	Esquema de campo (Transectos por gradiente altitudinal)	12
3.	Número de especies por gradiente altitudinal	20
4.	Índice de Diversidad de Simpson por gradiente altitudinal	21
5.	Índice de Diversidad de Shannon – Weaver por gradiente altitudinal	22
6.	Índice de Similitud de Sorensen entre gradiente altitudinal	23

## LISTA DE ANEXOS

Nº	Descripción	Página
1.	Hoja de campo	31
2.	Índice de Valor de Importancia de especies encontradas en 0.3 ha.	32
3.	Índice de Valor de Importancia de gradiente altitudinal 1 (3.350 m)	33
4.	Índice de Valor de Importancia de gradiente altitudinal 2 (3.435 m)	33
5.	Índice de Valor de Importancia de gradiente altitudinal 3 (3.520 m)	34
6.	Índice de Valor de Importancia de familias encontradas en 0.3. ha.	34
7.	Índice de Diversidad de Simpson de gradiente altitudinal 1 (3.350 m)	35
8.	Índice de Diversidad de Simpson de gradiente altitudinal 2 (3.435 m)	35
9.	Índice de Diversidad de Simpson de gradiente altitudinal 3 (3.435 m)	36
10.	Índice de Diversidad de Shannon de gradiente altitudinal 1 (3.350 m)	36
11.	Índice de Diversidad de Shannon de gradiente altitudinal 2 (3.435 m)	37
12.	Índice de Diversidad de Shannon de gradiente altitudinal 3 (3.435 m)	37
13.	Índice de Similitud de Sorensen entre gradiente altitudinal	37
14.	Frecuencia de individuos por especie por gradiente altitudinal	38
15.	Medición de DAP (Diámetro a la altura del pecho)	38

<b>16. Recolección de muestras</b>	<b>39</b>
<b>17. Identificación de muestras</b>	<b>39</b>

# **I. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA A DIFERENTE GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL BOSQUE MONTANO ALTO LLUCUD, CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

## **II. INTRODUCCIÓN**

El conocimiento sobre la diversidad florística de los bosques montanos se ha incrementado durante los últimos años, siendo reconocidas como uno de los importantes centros de diversidad y especiación en el mundo. La diversidad florística del Ecuador está representada en gran medida por la variedad de ecosistemas que posee, lo cual constituye la razón principal para que el Ecuador sea considerado entre los países con mayor diversidad del mundo.

En lo que a especies de flora se refiere, según el Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador se han registrado 16.087 especies en 273 familias. De acuerdo a esta publicación se calcula que hay 15.306 especies nativas, de las cuales 4.173 son endémicas, es decir el 27%. Esta riqueza coloca al país en el séptimo lugar a nivel mundial en cuanto a diversidad de plantas vasculares, mientras que el número de plantas endémicas corresponde al 1.6% de las especies existentes en la tierra (Jorgensen, 1999).

A pesar de poseer esta riqueza florística, en la actualidad el Ecuador soporta una deforestación superior a las 137.000 hectáreas al año, ya que son pocos los proyectos de conservación, recuperación y forestación, a esto se suma que desde hace algunos años atrás se reforestaron en los valles y laderas con eucalipto, y a mayores alturas incluyendo los páramos con pino. Estas especies exóticas se han plantado en considerables extensiones, pero no han solucionado las necesidades de protección y producción que se requieren actualmente (Ulloa, 1995).

## **A. JUSTIFICACIÓN**

El bosque montano alto Llucud, es uno de los pocos remanentes en las estribaciones de la región andina. Sin embargo sigue sometido a fuertes presiones de origen antropogénico principalmente por la ampliación de la frontera agropecuaria.

La falta de investigación sobre la ecología, usos y manejo de las especies, ha hecho que se valore muy poco a una gran cantidad de especies florísticas del bosque montano alto, muchas de las cuales posiblemente se hayan extinguido. Por lo cual, es prioritario realizar el presente estudio para conocer si el gradiente altitudinal influye en la diversidad florística, que demuestre el valor que tienen varias especies poco conocidas y con frecuencia ignoradas en el bosque montano alto Llucud. Este estudio servirá de base fundamental para la realización de posteriores investigaciones, así como para la creación de políticas para la conservación y el manejo de recursos.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general:**

Realizar un estudio de la diversidad florística a diferente gradiente altitudinal, en el bosque montano de Llucud, cantón Chambo, provincia de Chimborazo.

### **2. Objetivos específicos:**

- a.** Caracterizar la diversidad florística en tres gradientes altitudinales.
- b.** Cuantificar la diversidad florística en tres gradientes altitudinales.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. GENERALIDADES**

La mayor diversidad florística del Ecuador sugiere estar en la región andina, con 9.865 especies que representa el 64% aproximadamente del total. Esto se atribuye a la diversidad de climas, al gran rango de altitudes debido a la presencia misma de los Andes, a los diferentes tipos de suelo, a la exposición diferencial entre la cordillera oriental y la occidental, y a la complejidad geológica y geomorfológica. Esta multiplicidad de factores ha dado origen a una variedad de ecosistemas complejos. Los vientos cálidos del Pacífico y los vientos alisios del Atlántico chocan con los flancos occidentales y orientales de las cordilleras andinas respectivamente, lo cual crea condiciones de humedad muy alta, matizadas por zonas semiáridas en algunos valles interandinos. Esto se traduce en la presencia de múltiples hábitats en áreas muy locales, con presencia de especies de distribución restringida y, por lo tanto, con un alto grado de vulnerabilidad (Baquero, 2004).

#### **B. BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO**

Según Sierra (1999), el Bosque Siempreverde Montano alto se extiende desde una franja más amplia que en las estribaciones orientales, desde los 2.900 hasta los 3.600 msnm Incluye la “Ceja Andina” o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo (por ejemplo alrededor de la laguna de Papallacta). El bosque húmedo montano es similar al bosque nublado en cuanto a su fisonomía y a la cantidad de musgos y plantas epífitas. El suelo tiende a estar cubierto por una densa capa de musgos y los árboles tienden a crecer irregularmente, siendo ésta la fisonomía típica de los bosques alto andinos, con troncos ramificados desde la base y en algunos casos muy inclinados o casi horizontales. Varias investigaciones entre ellos (Jorgensen y Ulloa, 1994) sugieren que los parches de bosques de *Polylepis* y otros géneros arbóreos, actualmente asilados y restringidos a ciertas zonas en los páramos, corresponden a otro tipo de vegetación que en el pasado ocupó áreas grandes.

### **C. GRADIENTES ALTITUDINALES Y BIODIVERSIDAD**

La distribución altitudinal de las especies no es un evento estocástico, sino el resultado de la interacción de complejos procesos geológicos, ecológicos y evolutivos que determinan la estructura de cada comunidad (Carrera, 2003).

Según Zacarías (2009), la estructura y composición de una comunidad vegetal es el resultado de las formas de crecimiento (herbácea, arbustiva y arbórea) de las especies que la componen, estas formas de crecimiento puede ser medido a lo largo de gradientes. En un gradiente las características de las comunidades van cambiando, ya que las especies varían en el tipo y forma de su respuesta a los gradientes ocasionando cambios en las propiedades colectivas de la vegetación. Es por ello que se considera que el análisis de una comunidad en una región geográfica puede realizarse por el método de gradientes, el cual analiza la disposición de las poblaciones a lo largo de un gradiente.

A grandes rasgos las diferencias en cuanto a patrones de distribución se deben a que las especies vegetales están limitadas a una fracción del gradiente. La amplitud de sus distribuciones está determinada por la tolerancia fisiológica de las especies o por sus relaciones bióticas como competencia, depredación, parasitismo y simbiosis; por lo que cada especie presentará un patron de ocurrencia distintos en diferentes gradientes. La distribución de especies también está definida principalmente por la altitud a través de cambios de temperatura y precipitación, así mismo la distribución de las especies en cada zona depende de la amplitud de intervalo altitudinal que se estudie.

En las comunidades vegetales, especialmente aquellas que se encuentran en regiones topograficas accidentadas, se han realizado estudios sobre la riqueza de especies y composición florística a lo largo de gradientes altitudinales, los cuales han demostrado que la diversidad y composición de especies pueden ser predecibles a lo largo de un gradiente ambiental, debido a que los gradientes altitudinales involucran muchos factores tales como: topografía, temperatura y precipitación.

En estudios de diversidad florística se han utilizado numerosas muestras de 0.1 ha de plantas (diámetro, altura pecho de 2.5 centímetros) en los bosques montanos del neotrópico para analizar patrones de diversidad y de composición florística a lo largo de gradientes altitudinales, encontrando que la diversidad disminuye de manera lineal con la elevación desde 1.500 m hasta cerca del límite superior arboreo 3.000 m., y que la composición florística cambia de manera fiable con el aumento de altitud. Las familias Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae fueron los taxones más ricos en especies entre 1.500 y 2.900 m., en la mayoría de los sitios investigados en bosques andinos.

En un estudio comparativo de diversidad beta de las especies a lo largo de un gradiente altitudinal en tres áreas de bosque montañoso tropical localizadas en Ecuador, Costa Rica y México, se encontró que el reemplazamiento de especies difiere entre los tres países de acuerdo a su altitud, por ejemplo, Ecuador tiene una diversidad beta mayor en el rango altitudinal de 500 – 2.250 m. Este autor concluye que en México y Ecuador el reemplazamiento de especies no ocurre de manera uniforme con la altitud (Zacarías, 2009).

Según Alvizu (2004), el efecto de los gradientes altitudinales sobre la diversidad y composición de las comunidades se manifiesta por una tendencia general para diversos grupos en que la diversidad de especies disminuye a mayores alturas. Este patrón presente en plantas leñosas, mamíferos, aves, reptiles, insectos y anfibios es conocido como la regla de Rapoport, que sostiene que la diversidad es mayor cerca de los trópicos y las tasas de migración disminuyen con la elevación, y como consecuencia la densidad de especies y el endemismo de especies es mayor en zonas de transición y en altitudes extremas. Tales cambios en la diversidad de especies por efecto de la altitud están influenciados por factores bióticos y abióticos comunes en los ecosistemas de montaña. Bhattarai (2006), también corrobora que la regla de Rapoport, señala que existe una disminución del número de especies a medida que asciende a lo largo de un gradiente altitudinal.

Las características estructurales de los bosques andinos presentan una marcada variación tanto en el gradiente latitudinal como altitudinal, principalmente en lo que se refiere a riqueza que se caracteriza por la presencia de especies tolerantes a la sequía y altas temperaturas en las partes bajas y por la presencia de especies tolerantes a elevados niveles

de humedad ambiental y heladas en las partes altas. Esto condiciona el ambiente para la coexistencia de especies con diferentes orígenes biogeográficos a lo largo del gradiente altitudinal (Serrano, 2003).

#### **D. BIODIVERSIDAD DE ESPECIES**

Según Zacarías (2009), manifiesta que la biodiversidad es el grado de variación entre organismos vivos y los complejos ecológicos en los que ocurren. Se encuentra distribuida heterogéneamente entre paisajes, hábitats y regiones, por lo que su cuantificación a escalas distintas permite planear estrategias para su manejo y conservación. En general se han conocido tres componentes de la biodiversidad: la riqueza espacial ó diversidad alfa que es el número total de especies por sitio; la riqueza regional o diversidad gama que se refiere al número de especie de una región y finalmente el reemplazamiento espacial o diferenciación de la biodiversidad mejor conocido como diversidad beta, que se refiere a la variación en la composición de especies entre sitios.

La diversidad beta comúnmente se utiliza para detectar en una región determinada aquellas zonas o ecotonos en donde hay un cambio de la composición de especies, lo que sirve para delimitar comunidades, tipos de hábitats o de vegetación en el caso de las plantas. Se estima por una variedad de índices, la mayoría de los cuales expresan las relaciones entre el número total de especies en un conjunto de sitios estudiados y el número promedio de especies en sitios individuales (Zacarías, 2009).

##### **1. Métodos de medición de la biodiversidad.**

Según Moreno (2001), los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades

humanas. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

## **2. Índices de biodiversidad**

Los Índices de diversidad no son más que herramientas matemáticas, para describir y comparar la diversidad de especies. Cada método se restringe a resaltar aspectos biológicos concretos y la selección de cualquiera de los métodos está determinada principalmente por el interés que se tenga en algunos de estos aspectos (Moreno, 2001).

### **a. Índice de Valor de Importancia**

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a cuatro parámetros principales: número de individuos por especies, área basal, densidad relativa y frecuencia relativa. El índice de valor de importancia (I.V.I.) revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal (Mostacedo, 2000).

### **b. Índice de Diversidad de Simpson**

Según Moreno (2001), el índice de diversidad de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de  $N$  individuos, provengan de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes

Este índice varía inversamente con la heterogeneidad (de tal forma que si los valores del índice decrecen, la diversidad crece y viceversa). La medida de diversidad de Simpson es sensible a la abundancia de una o dos de las especies más frecuentes de la comunidad, por lo que puede ser considerada como una medida de dominancia. Por lo tanto, el índice de

pocas especies en la comunidad constituye al interés, más que cuando existe equidad de abundancias de todas las especies (Badii, 2008).

### **c. Índice de Diversidad de Shannon - Weaver**

En muchos casos no es posible contar e identificar a cada uno de los individuos de una comunidad. En estas instancias se hace necesario tomar una muestra al azar de individuos de todas las poblaciones de las especies presentes. Es uno de los índices más simples y de uso más común, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad. Uno de los méritos de la función de Shannon resulta de su independencia respecto al tamaño de la muestra, ya que estima la diversidad con base en una muestra extraída al azar y que presumiblemente contiene todas las especies de la comunidad. En la práctica, en diversas comunidades, este tipo de muestra puede resultar imposible de obtener, debido a que el incremento de muestra casi siempre resulta en el hallazgo de individuos de otras especies menos comunes (Badii, 2008).

### **d. Índice de Similitud de Sorensen (entre comunidades)**

El Índice de Sorensen se basa en la presencia y ausencia de las especies de las comunidades comparadas. El resultado es expresado en porcentaje de similitud entre ambas comunidades consideradas. Este índice permite verificar que tan parecidos son dos lugares en relación a la composición de especies (Schaffner, 2005).

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **A. CARACTERISTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

La presente investigación se realizó en el bosque montano de Llucud, perteneciente a la asociación San Pedro de Llucud del cantón Chambo, provincia de Chimborazo.

#### **2. Ubicación geográfica<sup>1</sup>**

- a. **Latitud:** 01° 43' S.
- b. **Longitud:** 78° 33' W.
- c. **Altitud:** 3300 a 3530 msnm

#### **3. Características climáticas<sup>2</sup>**

- a. **Temperatura:** 10 a 18°C.
- b. **Precipitación:** 500 a 1000 mm/año.

#### **4. Ubicación ecológica**

De acuerdo a la clasificación de Sierra (1999), la zona de estudio corresponde a la formación vegetal Bosque siempreverde Montano alto.

#### **5. Propietario/extensión<sup>3</sup>**

Pertenece a la Asociación San Pedro de Llucud, extensión aproximada 50 ha.

---

<sup>1</sup> Caranqui, 2009.

<sup>2</sup> Estación meteorológica ESPOCH.

<sup>3</sup> Asociación San Pedro de Llucud.

## **B. MATERIALES**

### **1. Materiales de oficina**

Computador, calculadora, estufa, periódico, prensa.

### **2. Materiales de campo**

Libreta de campo, lápiz, marcadores indelebles, fundas plásticas, cinta diamétrica, cinta métrica, machete, cinta de marcaje, podadora aérea, tijera de podar, estacas, cuerda plástica GPS, altímetro, vehículo, cámara fotográfica, binoculares, brújula.

## **C. METODOLOGÍA**

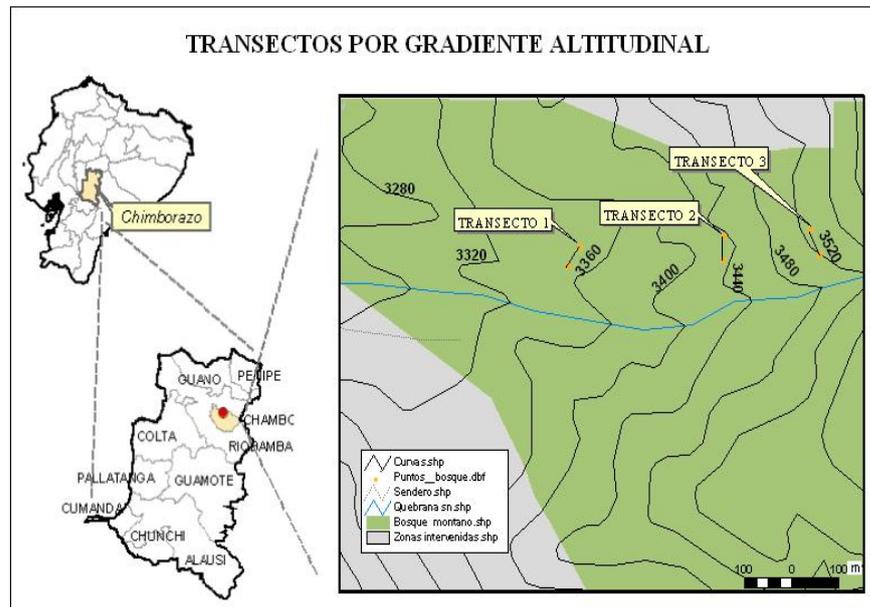
### **1. Caracterizar la diversidad florística en tres gradientes altitudinales.**

#### **a. Fase de campo**

##### **1) Reconocimiento del lugar**

Para tener un conocimiento visual del sitio, primero se realizó un recorrido del lugar a estudiar para determinar el gradiente altitudinal (altímetro) y coordenadas (GPS), para trazar los transectos.

## 2) Establecimiento de transectos



**Gráfico 1.** Georreferenciación del lugar de estudio

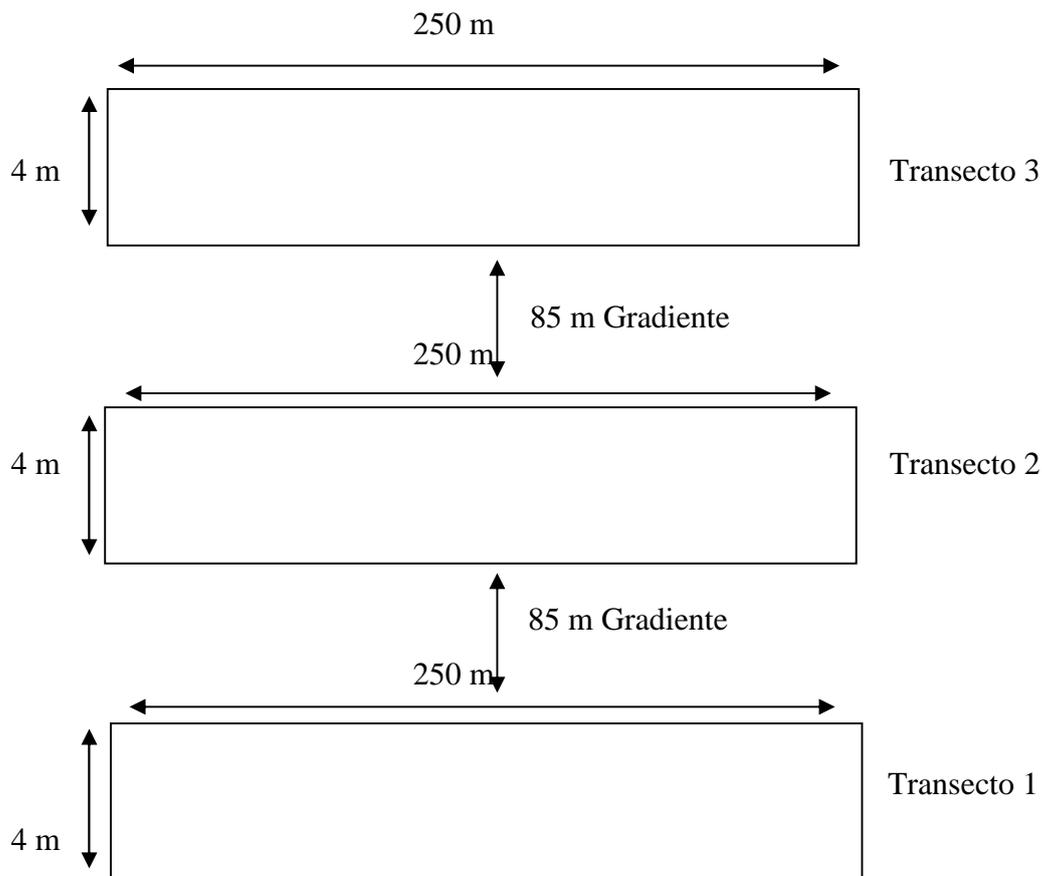
El lugar de estudio abarcó un gradiente altitudinal total de 170 m comenzando a los 3.350 m hasta los 3.520 msnm. Este bosque colinda con pasto y vegetación secundaria en la parte baja y páramo arbustivo en la parte alta (Gráfico 1). Determinada la altitud se estableció tres transectos temporales a intervalos de 85 m. de gradiente altitudinal:

Transecto 1 (Gradiente altitudinal de 3.350 m)

Transecto 2 (Gradiente altitudinal de 3.435 m)

Transecto 3 (Gradiente altitudinal de 3.520 m) (Gráfico 1).

Cada transecto se trazo en sentido horizontal de 250 m de longitud x 4 m. de ancho, comprendiendo una superficie de 1.000 m<sup>2</sup> cada transecto (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Esquema de campo (Transectos por gradiente altitudinal)

### 3) Medición de DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) y altura de los árboles.

Una vez establecidos y delimitados los transectos se seleccionaron los árboles con un diámetro  $\geq 5$  cm de DAP (diámetro a la altura del pecho), para facilitar la identificación y recolección de muestras se enumeró cada árbol con cinta de marcaje, luego se registraron los datos de DAP para lo cual utilizamos la cinta diamétrica y altura referencial de cada uno de los árboles. Los árboles con varios tallos se midieron independientemente y posteriormente se sumaron los diámetros de cada uno considerándose ese resultado como el diámetro total de un solo individuo, seguidamente se recolectaron las muestras (3 replicas en estado fértil y 2 replicas en estado infértil) para posteriormente ser identificadas.

## **b. Fase de gabinete**

Terminado el trabajo de campo las muestras fueron llevadas al Herbario de la ESPOCH (CHEP) para secarlas y posteriormente identificarlas a nivel de Familia, Género y Especie.

### **1) Cálculo de Índice de Valor de Importancia (IVI).**

Para calcular, tanto los valores crudos como los valores relativos y el Índice de Valor de Importancia se aplicó las siguientes fórmulas (Cerón, 2003).

#### **a) Valores crudos**

Abundancia = es el número de individuos de todas las especies.

$$\text{Área basal} = \pi * (\text{DAP})^2 / 4$$

#### **b) Valores relativos**

Densidad relativa:

$$\text{DR} = \frac{\text{\# de individuos de una especie}}{\text{\# total de individuos en la parcela}} * 100$$

Dominancia Relativa:

$$\text{DMR} = \frac{\text{área basal de la especie}}{\sum \text{del área basal de todas las especies}} * 100$$

#### **c) Índice de Valor de Importancia**

$$\text{IVI} = (\text{DR} + \text{DMR}) / 2$$

## **2. Cuantificar la diversidad florística en tres gradientes altitudinales.**

### **a. Cálculo de Índices de Diversidad y Similitud.**

#### **1) Índice de Diversidad de Simpson.**

$$IDS = 1 - \sum (Pi)^2$$

Donde:

IDS = Índice de Diversidad de Simpson

$\Sigma$  = Sumatoria

$(Pi^2)$  = Proporción de individuos al cuadrado (Cerón, 2003).

El Índice de Diversidad de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de  $N$  individuos, provengan de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Badii, 2007). La escala de valores fluctúa entre 0 y 1, mientras más se acerca a la unidad, la comunidad será menos diversa (Schaffner, 2005).

#### **2) Índice de Diversidad de Shannon – Weaver (H).**

Para el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Weaver se aplicó la siguiente fórmula:

$$H = - [pi \log (pi)]$$

Donde:

$pi = (ni/n)$  es la proporción del número total de individuos

$ni = \#$  de individuos de una especie

$n = \#$  total de individuos (Cerón, 2003).

Los valores del Índice de Shannon - Weaver inferior a 1.5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta (Tirira, 2009).

### **3) Índice de Similitud de Sorensen.**

Se aplicó la siguiente fórmula (Cerón, 2003).

$$ISS = 2C / A + B$$

Donde:

ISS = Índice de Similitud de Sorensen

A = Número de especies del muestreo A

B = Número de especies del muestreo B

C = Número de especies compartidas entre el muestreo A y B.

Este índice permite verificar que tan parecidos son dos lugares en relación a la composición de especies. Estos índices están diseñados para ser igual a 1 en el caso de registrar una similitud completa y 0 en el caso de no registrarse especies en común (Schaffner, 2005).

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Caracterización de la diversidad florística en tres gradientes altitudinales.

En 0.3 ha, que comprende los tres transectos ubicado a cada gradiente altitudinal respectivamente, se cuantificó un total de 383 individuos pertenecientes a 8 familias, 14 géneros y 17 especies (Anexo 2). *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC fue la especie que registro una amplia dominancia en los tres gradientes altitudinales con 200 individuos y 54.73 de IVI, seguido por *Escallonia myrtilloides* L.f con 51 individuos y 12.76 de IVI, luego está la especie *Myrsine coriácea* (Sw.) R.Br-ex Roem con 31 individuos y 6.89 de IVI, *Grosvenoria campii* R.M.King & H.Rob con 18 individuos y 6.04 de IVI, *Solanum venosum* Dunal con 17 individuos y 3.07 de IVI. El resto de especies no sobrepasan los 13 individuos y 3.25 de IVI en las 0.3 ha (Anexo 2).

De las 8 familias registradas en las 0.3 ha. Melastomataceae obtuvo 212 individuos y 57.62 de IVI siendo la de mayor abundancia en número de individuos e IVI, seguido por Asteraceae con 50 individuos y 12.99 de IVI, Escalloniaceae con 51 individuos y 12.76 de IVI, Myrsinaceae con 31 individuos y 6.89 de IVI; el resto de familias no sobrepasan los 23 individuos y 4.47 de IVI (Anexo 6).

El área basal total fue de 24.10 m<sup>2</sup> en 0.3 ha, que comprenden los tres gradientes altitudinales. La especie con mayor área basal corresponde a *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC con 13.79 m<sup>2</sup> y con menor área basal *Oreopanax ecuadorensis* Sem registra un valor de 0.004 m<sup>2</sup>. En lo referente a cada gradiente altitudinal, el gradiente altitudinal 1 registró un área basal de 5.39 m<sup>2</sup>, el gradiente altitudinal 2 obtuvo un área basal de 9.52 m<sup>2</sup> y el gradiente altitudinal 3 obtuvo un área basal de 9.18 m<sup>2</sup> (Anexo 2, 3, 4 y 5).

El dosel no sobrepasa los 15 m de altura (Caranqui, 2009) debido a que pasa los 3.000 m. de altitud y las condiciones de luminosidad y temperatura disminuyen, y con eso las condiciones de crecimiento.

**Cuadro 1.** Diversidad e IVI de especies registradas en los tres gradientes altitudinales

FAMILIAS / ESPECIES	GRADIENTE 1 3.350 m.		GRADIENTE 2 3.435 m.		GRADIENTE 3 3.520 m.	
	Nº. INDIVI.	IVI	Nº. INDIVI.	IVI	Nº. INDIVI.	IVI
<b>MELASTOMATACEAE</b>						
<i>Miconia bracteolata</i>	61	<b>55.42</b>	71	<b>58.92</b>	68	<b>50.86</b>
<i>Miconia jahnii</i>	8	5.42	1	1.73	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	1	0,49	0	0	0	0
<i>Miconia crocea</i>	1	0,48	0	0	1	1.06
<b>ASTERACEAE</b>						
<i>Dendrophorbium tipocochensis</i>	10	7.39	0	0	0	0
<i>Gynoxys sp</i>	6	4.29	6	5.04	1	0,47
<i>Verbesina latisquama</i>	5	3.16	0	0	0	0
<i>Grosvenoria campii</i>	4	3.60	3	3.25	11	10.74
<i>Indeterminada</i>	4	2.39	0	0	0	0
<b>SOLANACEAE</b>						
<i>Solanum venosum</i>	14	<b>8.57</b>	3	1,56	0	0
<i>Sessea crasivenosa</i>	5	4.05	0	0	0	0
<i>Solanum sp</i>	0	0	0	0	1	0,80
<b>ESCALLONIACEAE</b>						
<i>Escallonia myrtilloides</i>	4	2.89	37	<b>23.03</b>	10	9.92
<b>MYRSINACEAE</b>						
<i>Myrsine coriácea</i>	2	0,89	8	4.68	21	<b>14.14</b>
<b>ELAEOCARPACEAE</b>						
<i>Vallea stipularis</i>	1	0,55	1	0,47	3	6.27
<b>ARALIACEAE</b>						
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0	0	1	0,40	0	0
<b>ROSACEAE</b>						
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	0,42	1	0,91	8	5.75
<b>TOTAL INDIVIDUOS / IVI</b>	<b>127</b>	<b>100</b>	<b>132</b>	<b>100</b>	<b>124</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL ESPECIES</b>	<b>15</b>		<b>10</b>		<b>9</b>	

Diversidad; Nº INDIVI: número de individuos; IVI: Índice de Valor de Importancia

El anterior cuadro muestra la diversidad e IVI de las especies por gradiente altitudinal.

## **Diversidad e Índice de Valor de Importancia (IVI), de especies por gradiente altitudinal.**

### **Gradiente altitudinal 1, ubicado a 3.350 msnm**

Se obtuvieron registros de 127 individuos pertenecientes a 7 familias, 13 géneros y 15 especies. Las especies más abundantes a este gradiente altitudinal fueron: *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC (Melastomataceae) con 61 individuos y un IVI de 55.42, *Solanum venosum* Dunal (Solanaceae) con 14 individuos y 8.57 de IVI; las especies que se registraron únicamente a este gradiente altitudinal son: *Brachyotum ledifolium* Desr (Melastomataceae) con 1 individuo y 0.49 de IVI, una especie indeterminada (Asteraceae) con 4 individuos y 2.39 de IVI, y *Sessea crasivenosa* Bitter (Solanaceae) con 5 individuos y 4.05 de IVI (Cuadro 1).

### **Gradiente altitudinal 2, ubicado a 3.435 msnm**

Se obtuvieron registros de 132 individuos pertenecientes a 8 familias, 9 géneros y 10 especies. Las especies más abundantes a este gradiente altitudinal fueron: *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC (Melastomataceae) con 71 individuos y 58.92 de IVI, y *Escallonia myrtilloides* Lf (Escalloniaceae) con 37 individuos y 23.03 de IVI. La especie *Oreopanax ecuadorensis* Sem (Araliaceae) con 1 individuo y 0.40 de IVI se restringió únicamente a este gradiente altitudinal (Cuadro 1).

### **Gradiente altitudinal 3, ubicado a 3.520 msnm**

Se obtuvieron 124 registros de individuos pertenecientes a 7 familias, 8 géneros y 9 especies. Las especies más abundantes a este gradiente altitudinal fueron: *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC (Melastomataceae) con 68 individuos y 50.86 de IVI, y *Myrsine coriácea* (Sw.) R.Br-ex Roem & Schult (Myrsinaceae) con 21 individuos y 14.14 de IVI. La especie *Solanum sp.* (Solanaceae) con 1 individuo y 0.80 de IVI se registró únicamente a este gradiente altitudinal (Cuadro 1).

En los tres gradientes altitudinales *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC fue la especie más dominante tanto en número de individuos como IVI (Cuadro 1) lo cual supone que esta especie es característica para este tipo de bosque. Así también lo corrobora Caranqui (2009), en estos bosques típicos de ceja de montaña las especies dominantes son *Miconia jahnii* y *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC. Araujo (2001), mencionan a *Miconia* como uno de los géneros más dominante entre 2.500 y 3.500 m.

Las especies: *Escallonia myrtilloides* Lf, *Myrsine coriácea* (Sw) R.Br.ex Roem & Schult, *Grosvenoria campii* R.M.King & H.Rob, *Gynoxys sp*, *Hesperomeles ferruginea* (Pers) Benth y *Vallea stipularis* L.f (Cuadro 1) registraron ser frecuentes en los tres gradientes altitudinales con una distribución baja de individuos. La frecuencia del resto de especies se restringe a uno o dos gradientes altitudinales (Anexo 14).

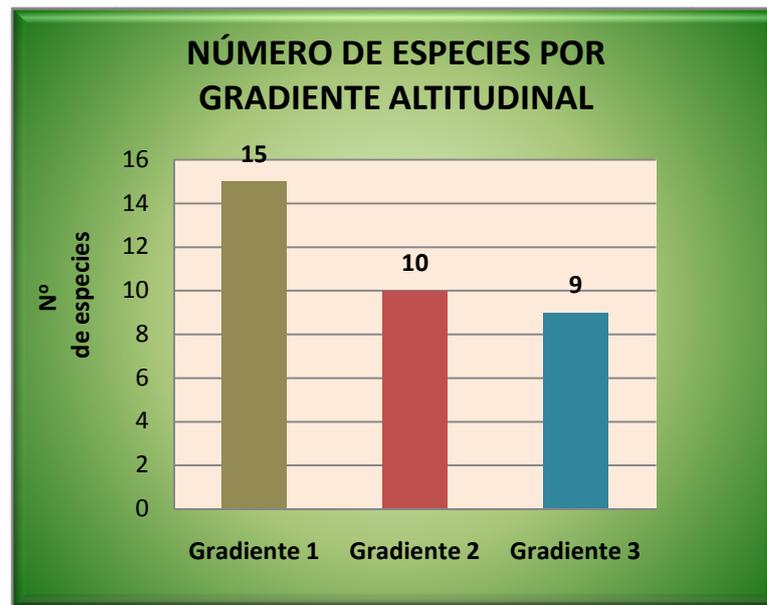
La presencia de especies en un gradiente altitudinal pero en otro no (Cuadro 1) sugiere que determinadas especies se restringen a un gradiente altitudinal, suponiendo que probablemente no solo depende de un solo factor si no de la combinación de varios factores (pendiente, luminosidad, suelo). Así también lo corrobora Zacarías (2009), la distribución de especies está definida principalmente por la altitud a través de cambios de temperatura, suelo y precipitación.

En cuanto a familias 7 de las 8 familias se distribuyen en los tres gradientes altitudinales existiendo homogeneidad. La familia Asteraceae registró mayor distribución de especies en los tres gradientes altitudinales, en cambio la familia Araliaceae únicamente se registró en el gradiente altitudinal 2 (Cuadro 1).

La cantidad de individuos por especie (Anexo 14) muestra que este bosque en su mayor parte está representado por muy pocos individuos, suponiendo que se deba a la influencia de factores como: luminosidad, pendiente, suelo.

El número total de individuos entre gradiente altitudinal varía notablemente entre si (Cuadro 1).

El gradiente altitudinal 2 (Anexo 4) obtuvo mayor área basal ya que a este gradiente altitudinal se registraron individuos con diámetros grandes, lo cual sugiere que a este gradiente altitudinal el bosque a llegado al estado de madurez con respecto al gradiente altitudinal 1 y 2.

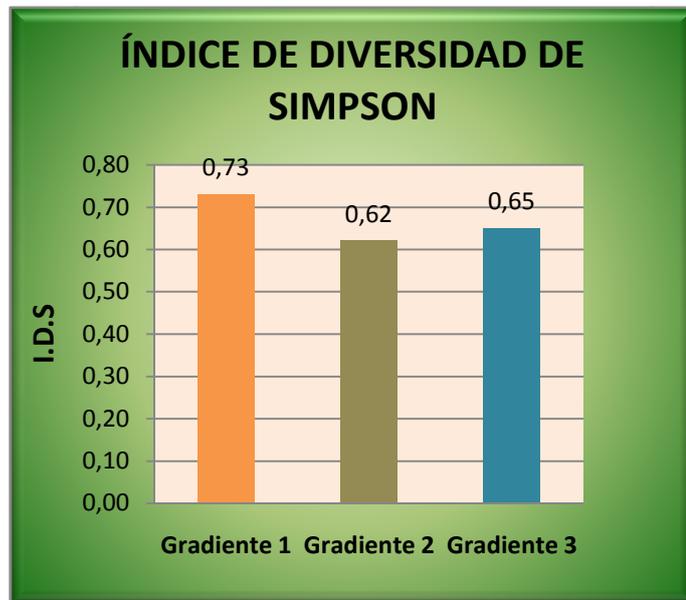


**Gráfico 3.** Distribución de especies por gradiente altitudinal

Según los datos obtenidos de número de especie por gradiente altitudinal (Gráfico 1) indican que la diversidad florística decrece con la altitud a pesar del corto intervalo de gradiente altitudinal. Gradiente altitudinal 1: 15 especies, gradiente altitudinal 2: 10 especies y gradiente altitudinal 3: 9 especies. Estos datos indicarían que la regla de Rapoport, ocurre en los tres gradientes altitudinales el cual señala que existe una disminución de la diversidad de especies a medida que asciende a lo largo de un gradiente altitudinal (Alvizu, 2004). Bhattarai (2006), también destaca que hay una disminución gradual del número de especies a medida que aumenta la altitud. En el caso del gradiente altitudinal 3 hay una disminución de una sola especie (Gráfico 3) con respecto al gradiente altitudinal 2, lo cual podría deberse a que se encuentra cerca de la zona de transición de bosque montano a paramo arbustivo.

## 2. Cuantificación de la diversidad florística en tres gradientes altitudinales.

### a. Índice de Diversidad de Simpson.

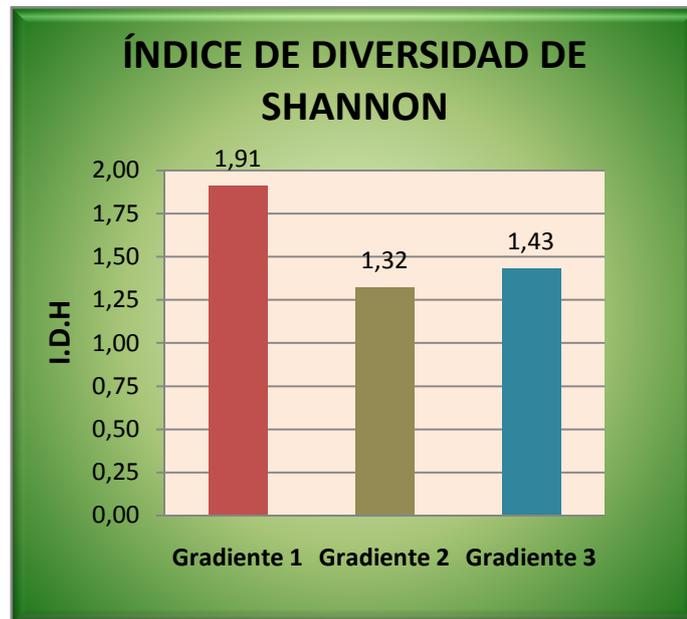


**Gráfico 4.** Índice de Diversidad de Simpson por gradiente altitudinal

En este gráfico se puede observar el Índice de Diversidad de Simpson por gradiente altitudinal. El gradiente altitudinal 1 registró mayor Índice de Diversidad con un valor de 0.73 de diversidad, seguido por el gradiente altitudinal 3 el cual registró 0.65 de diversidad finalmente el gradiente altitudinal 2 registró 0.62 de diversidad.

De acuerdo a los valores registrados de 0.73, 0.62 y 0.65 (Gráfico 4) de Índice de Diversidad de Simpson, nos indica que la diversidad florística tiende a ser homogénea, independientemente para cada gradiente altitudinal, debido a que los valores registrados se acercan a 1, por lo que no habría mayor diversidad.

**b. Índice de Diversidad de Shannon – Weaver (H)**

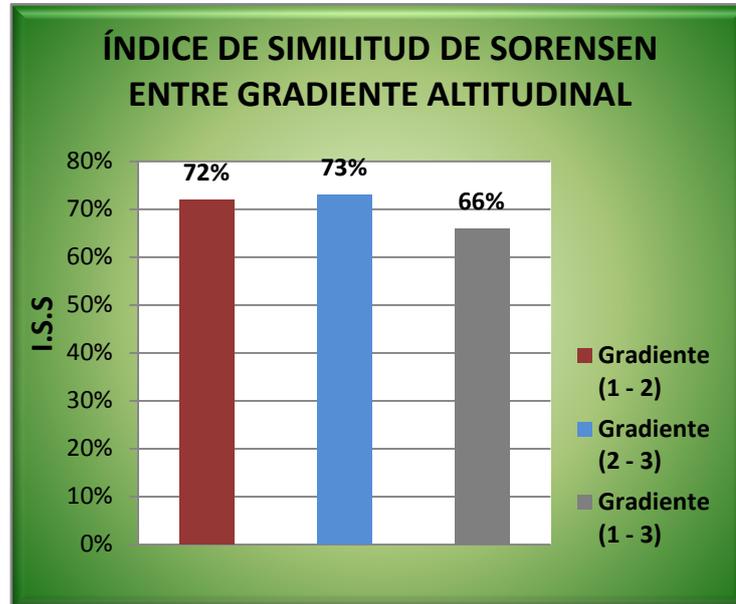


**Gráfico 5.** Índice de Diversidad de Shannon – Weaver por gradiente altitudinal

En este gráfico se observa según el Índice de Diversidad de Shannon (H) el gradiente altitudinal 1 registró 1.91 de diversidad, seguido del gradiente altitudinal 3 con 1.43 de diversidad y el gradiente altitudinal 2 con 1.32 de diversidad.

Según las medidas de diversidad de Shannon 1.91 (Gráfico 5) que corresponde al gradiente altitudinal 1 registran una diversidad media, mientras que los gradientes altitudinales 2 y 3 con 1.32 y 1.43 (Gráfico 5) de diversidad respectivamente registran una diversidad baja, lo cual sugiere que el aumento del gradiente altitudinal a pesar del corto intervalo que se obtuvo, influye en el decrecimiento de la diversidad florística.

c. Índice de Similitud de Sorensen.



**Gráfico 6.** Índice de Similitud de Sorensen entre gradiente altitudinal

Según el ISS, los gradientes (1 y 2) obtuvieron 72 % de similitud con 9 especies comunes, luego los gradientes (2 y 3) registraron una similitud de 73 % con 7 especies comunes y los gradientes (1 y 3) registraron 66 % de similitud con 8 especies comunes.

El Índice de diversidad de Sorensen expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. De acuerdo a esto al realizar el análisis del índice de similitud de Sorensen, se obtuvo 9, 7 y 8 especies (Anexo 13) compartidas respectivamente en las tres comparaciones entre gradiente altitudinal, siendo la similitud de 72, 73 y 66 % (Gráfico 6) respectivamente. En este estudio el alto grado de similitud encontrado supone que se deba a que los tres gradientes altitudinales corresponden a la misma zona de estudio y al corto intervalo de gradiente altitudinal.

## VI. CONCLUSIONES

1. En este estudio se cuantificó un total de 383 individuos, pertenecientes a 8 familias 14 géneros y 17 especies, el dosel no sobrepasa los 15 m de altura. *Miconia bracteolata* (Bonpl.) DC (Melastomataceae) fue la especie que registró una amplia dominancia en los tres gradientes altitudinales, tanto en número de individuo como IVI (200 individuos y 54.73 de IVI).
2. Las especies: *Miconia bracteolata* (Bonpl) DC, *Escallonia myrtilloides* Lf, *Gynoxys sp*, *Grosvenoria campii* R.M.King & H.Rob, *Myrsine coriácea* (Sw) R.Br.ex Roem & Schult, *Vallea stipularis* L.f y *Hesperomeles ferruginea* (Pers) Benth registraron ser frecuentes en los tres gradientes altitudinales, el resto de especies se restringieron a uno o dos gradientes altitudinales.
3. Para este bosque algunas especies se restringieron a un determinado gradiente altitudinal así como: *Brachyotum ledifolium* Desr (Melastomataceae), una especie indeterminada (Asteraceae) y *Sessea crasivenosa* Bitter (Solanaceae) se restringieron al gradiente altitudinal 1. *Oreopanax ecuadorensis* Sem (Araliaceae) se restringió al gradiente altitudinal 2. *Solanum sp* (Solanaceae) se restringió al gradiente altitudinal 3. La restricción de las especies a un determinado gradiente altitudinal probablemente se deba a factores como: luminosidad, pendiente, suelo.
4. En los tres gradientes altitudinales la familia Asteraceae registró 5 especies, la familia Melastomataceae 4 especies, la familia Solanaceae 3 especies; las 5 familias restantes registraron 1 especie respectivamente en los tres gradientes altitudinales.
5. El gradiente altitudinal 2 registró 9.52 m<sup>2</sup> de área basal siendo el gradiente altitudinal de mayor área basal.
6. Los resultados obtenidos en este estudio indican que el gradiente altitudinal influye en el decrecimiento de la diversidad florística, a pesar del corto intervalo de gradiente

altitudinal que se obtuvo, ya que la parte baja colinda con pasto y vegetación secundaria y la parte alta con paramo arbustivo.

7. Según el Índice de Diversidad de Simpson, para los tres gradientes altitudinales independientemente la diversidad florística tiende a ser homogénea, ya que presentan valores cercanos a 1.
8. Según el Índice de Diversidad de Shannon, demostró que el gradiente altitudinal influye en la disminución de la diversidad florística, ya que presentaron diversidad media y baja independientemente por gradiente altitudinal.
9. De acuerdo al Índice de Similitud de Sorensen en las comparaciones realizadas entre los tres gradientes altitudinales registraron alta similitud.
10. Analizando los índices de diversidad y similitud aplicados en este estudio, a criterio personal el índice de diversidad de Shannon sugiere ser más explícito, en el caso de querer conocer la diversidad; ya que estima la diversidad con base en una muestra extraída al azar y que presumiblemente contiene todas las especies de la comunidad, y que según los valores que arrojen los resultados manifiesta el tipo de diversidad que existe en el lugar de estudio (baja, media, alta).

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Esta investigación resalta la necesidad de estudiar más detalladamente estos remanentes de bosques aislados, que ocupan áreas muy reducidas y que se encuentran presionados por origen antropogénico, viéndose afectado su subsistencia.
- 2.** Establecer parcelas permanentes a diferente gradiente altitudinal a fin de monitorear la fenología, polinización, dispersión y los procesos dinámicos de las especies existentes en el lugar de estudio.
- 3.** Se recomienda realizar la elaboración de un plan de manejo turístico, con el fin de demostrar la importancia de este recurso y evitar el deterioro y pérdida de la misma.
- 4.** En posteriores investigaciones, para medir la diversidad florística se recomienda la aplicación de otros índices de diversidad, para equiparar los resultados.

## VIII. RESUMEN

Este estudio describe la diversidad florística en tres gradientes altitudinales en el bosque montano alto Llucud, cantón Chambo, provincia de Chimborazo. Se abarcó un gradiente altitudinal desde los 3.350 hasta los 3.520msnm donde se estableció tres transectos temporales en sentido horizontal de una superficie de 0.1 ha cada una, a intervalos de 85 m. de gradiente altitudinal; donde se seleccionaron todos los individuos con DAP  $\geq$  5cm. En cada gradiente se calculó el Índice de Valor de Importancia, Índice de Diversidad de Simpson y Shannon e Índice de Similitud de Sorensen. Obteniéndose en los tres gradientes altitudinales un total de 383 individuos pertenecientes a 8 familias, 14 géneros y 17 especies. *Miconia bracteolata* fue la especie que registró una amplia dominancia en los tres gradientes altitudinales con 54.73 de IVI. De las 8 familias registradas Melastomataceae registró 57.62 de IVI. El área basal total fue de 24.10 m<sup>2</sup>. La diversidad florística decreció con la altitud gradiente 1: 15 especies, gradiente 2: 10 especies y gradiente 3: 9 especies, apoyando la regla de Rapoport el cual señala que existe una disminución de la diversidad de especies a medida que asciende a lo largo de un gradiente altitudinal. Según el Índice de Diversidad Simpson la diversidad tiende a ser homogénea independientemente para cada gradiente altitudinal, el Índice de Diversidad de Shannon presentó diversidad media y baja, y el Índice de Similitud de Sorensen presentó alta similitud entre gradiente. Se concluye que el gradiente altitudinal influye en el decrecimiento de la diversidad florística, a pesar del corto intervalo de gradiente altitudinal que se obtuvo.

## **IX. SUMMARY**

This investigation describes the flower diversity in three altitudinal gradients in the montano alto Lluçud forest in the Chambo canton, Chimborazo province. We took an altitudinal gradient from 3.350 to 3.520msnm where we established three temporary transects in horizontal sense from a surface of 0.1 for each one, to intervals of 85 m of altitudinal gradient, where were selected the whole individuals with DAP 5cm. In each gradient we calculated a value index of importance, diversity index of Simpson and Shannon and similarity index of Sorensen. Getting in the three altitudinal gradients a total of 383 individuals belonging to 8 families, 14 genders and 17 species. *Miconia bracteolata* was the specie that registered a wide dominant in the three altitudinal gradients whit 54.73 of IVI. From the 8 families registered Melastomataceae registered 57.62 of IVI. The basal area was od 24.10 m<sup>2</sup>.

The floristic diversity decreased with altitudinal gradient 1: 15 species, gradient 2: 10 species and gradient 3: 9 species, helping the Rapoport rule which says that there exist a decreasing of the species diversity while increase the altitudinal gradient. According the Simpson diversity index, the diversity has to be homogeneous for each one of the altitudinal gradient, the Shannon diversity index presented low and media diversity and the Sorensen diversity index presented a high similarity among gradients. We established that the altitudinal gradient influence in the decreasing of the floristic diversity, in spite of the short gradient altitudinal interval that we got.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

1. ARAUJO, A. 2005. Composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado- Pelechuco, Bolivia. La Paz Bolivia. Vol. 40(3): 325-338. URL: [www. Ibeperu.org](http://www.Ibeperu.org).
2. BAQUERO, F. et al. 2004. La Vegetación de los Andes del Ecuador. EcoCiencia/CESLA/Corporación EcoPar/MAG SIGAGRO/CDC - Jatun Sacha/División Geográfica - IGM. Quito. URL: [www.ambiente .gob/revistas](http://www.ambiente.gob/revistas).
3. BADI, M. et al. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. Daena: International journal of Geographical Science. 3(1): 632-660. URL: [www.spentamexico.org/revistas](http://www.spentamexico.org/revistas).
4. BHATTARAI, K. 2006. Can Rapoport's rule explain tree species richness along the Himalayan elevation gradient, Nepal Diversity and Distributions. 12,373-378. URL: [www.falk.vib.ne/nov/biodiversity](http://www.falk.vib.ne/nov/biodiversity)
5. CARANQUI, J. 2009. Composición y estructura de un bosque montano en Lluclud, Chimborazo. Riobamba – Ecuador. URL: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
6. CARRERA, J. 2003. Distribución de murciélagos (Chiroptera) a través de un gradiente altitudinal en las estribaciones orientales de los Andes ecuatorianos. Quito – Ecuador. URL: [www.puce.edu.ec](http://www.puce.edu.ec)
7. CERON, C. 2003. Manual de botánica sistemática etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador. Quito – Ecuador.
8. JORGENSE, P. Y YANEZ. 1999. Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador volumen 75. Quito – Ecuador.

9. MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza - España. URL: [http:// Entomologia.rediris.es/sea](http://Entomologia.rediris.es/sea).
10. MOSTACEDO, B. et al. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. URL: [www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo](http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo) 2000 ecologia.org
11. SERRANO, M. 2003. Estructura y composición de bosques y montañas subtropicales y sus implicaciones para la conservación y el manejo de los recursos forestales en la serranía del Iñao Bolivia. CATIE. Furrialba, Costa Rica. URL: [www.orton-catie.ac](http://www.orton-catie.ac)
12. SIERRA, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Quito – Ecuador.
13. SCHAFFNER, S. 2005. Ecología, estructura y dinámica de las poblaciones de la sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) en Tenerife y La Gomera. Universidad de La Laguna. URL: [www.tenerife.es/life/adjuntos/actas.pdf](http://www.tenerife.es/life/adjuntos/actas.pdf)
14. TIRIRA, D. et al. 2009. Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi. Quito – Ecuador. URL: [www.espe.edu.ec](http://www.espe.edu.ec)
15. ULLOA, A. & JORGENSEN. 1995. Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. Ediciones Abya yala. Quito – Ecuador.
16. ZACARIAS, Y. 2009. Composición y estructura del bosque templado de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, a lo largo de un gradiente altitudinal. Oaxaca – México. URL: [www.itzama.bnet.ipn.mx.8080/zacarias](http://www.itzama.bnet.ipn.mx.8080/zacarias)



**Anexo 2.** Índice de Valor de Importancia de especies encontradas en 0.3 ha que comprenden los tres gradientes altitudinales (3.350 – 3435 - 3.520 m).

Nº	FAMILIA / ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	A.B. TOTAL (m2)	DR	DMR	IVI
<b>1</b>	<b>MELASTOMATACEAE</b>					
1	<i>Miconia bracteolata</i>	<b>200</b>	13,79	52,219	57,231	<b>54,73</b>
2	<i>Miconia jahnii</i>	9	0,502	2,350	2,083	2,22
3	<i>Brachyotum ledifolium</i>	1	0,010	0,261	0,041	0,15
4	<i>Miconia crocea</i>	2	0,129	0,522	0,535	0,53
<b>2</b>	<b>ESCALLONIACEAE</b>					
5	<i>Escallonia myrtilloides</i>	<b>51</b>	2,941	13,316	12,201	<b>12,76</b>
<b>3</b>	<b>MYRSINACEAE</b>					
6	<i>Myrsine coriacea</i>	<b>31</b>	1,369	8,094	5,680	<b>6,89</b>
<b>4</b>	<b>ASTERACEAE</b>					
7	<i>Grosvenoria campii</i>	<b>18</b>	1,778	4,700	7,376	<b>6,04</b>
8	<i>Gynoxys sp</i>	13	0,748	3,394	3,103	3,25
9	<i>Dendrophorbium tipocochensis</i>	10	0,372	2,611	1,543	2,08
10	<i>Verbesina latisquama</i>	5	0,129	1,305	0,535	0,92
11	<i>Indeterminada</i>	4	0,088	1,044	0,365	0,70
<b>5</b>	<b>ROSACEAE</b>					
12	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	10	0,568	2,611	2,356	2,48
<b>6</b>	<b>ELAEOCARPACEAE</b>					
13	<i>Vallea stipularis</i>	5	0,964	1,305	3,999	2,65
<b>7</b>	<b>SOLANACEAE</b>					
14	<i>Solanum venosum</i>	17	0,411	4,439	1,705	3,07
15	<i>Sessea crasivenosa</i>	5	0,224	1,305	0,929	1,12
16	<i>Solanum sp</i>	1	0,072	0,261	0,299	0,28
<b>8</b>	<b>ARALIACEAE</b>					
17	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	0,004	0,261	0,017	0,14
<b>TOTAL</b>		<b>383</b>	<b>24,10</b>	100,00	100,00	100,00

A.B: Área basal; DR: Diversidad relativa; DMR: Dominancia relativa; IVI: Índice Valor Importancia.

**Anexo 3.** Índice de Valor de Importancia de gradiente altitudinal 1 (3.350 m).

Nº	ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	A.B.TOTAL (m <sup>2</sup> )	DR	DMR	IVI
1	<i>Miconia bracteolata</i>	61	3,387	48,031	62,804	55,42
2	<i>Solanum venosum</i>	14	0,330	11,024	6,119	8,57
3	<i>Dendrophorbium tipocochensis</i>	10	0,372	7,874	6,898	7,39
4	<i>Miconia jahnii</i>	8	0,245	6,299	4,543	5,42
5	<i>Gynoxys sp</i>	6	0,208	4,724	3,857	4,29
6	<i>Sessea crasivenosa</i>	5	0,224	3,937	4,154	4,05
7	<i>Verbesina latisquama</i>	5	0,129	3,937	2,392	3,16
8	<i>Grosvenoria campii</i>	4	0,218	3,150	4,042	3,60
9	<i>Escallonia myrtilloides</i>	4	0,142	3,150	2,633	2,89
10	<i>Indeterminada</i>	4	0,088	3,150	1,632	2,39
11	<i>Myrsine coriacea</i>	2	0,011	1,575	0,204	0,89
12	<i>Vallea stipularis</i>	1	0,017	0,787	0,315	0,55
13	<i>Brachyotum ledifolium</i>	1	0,010	0,787	0,185	0,49
14	<i>Miconia crocea</i>	1	0,009	0,787	0,167	0,48
15	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	0,003	0,787	0,056	0,42
<b>TOTAL</b>		127	5,39	100,00	100,00	100,00

A.B: Área basal; DR: Densidad relativa; DMR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia.

**Anexo 4.** Índice de Valor de Importancia de gradiente altitudinal 2 (3.435 m).

Nº	ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	A.B. TOTAL (m <sup>2</sup> )	DR	DMR	IVI
1	<i>Miconia bracteolata</i>	71	6,101	53,788	64,059	58,92
2	<i>Escallonia myrtilloides</i>	37	1,718	28,030	18,039	23,03
3	<i>Myrsine coriacea</i>	8	0,315	6,061	3,307	4,68
4	<i>Gynoxys sp</i>	6	0,527	4,545	5,533	5,04
5	<i>Grosvenoria campii</i>	3	0,402	2,273	4,221	3,25
6	<i>Solanum venosum</i>	3	0,081	2,273	0,850	1,56
7	<i>Miconia jahnii</i>	1	0,257	0,758	2,698	1,73
8	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	0,102	0,758	1,071	0,91
9	<i>Vallea stipularis</i>	1	0,017	0,758	0,178	0,47
10	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	0,004	0,758	0,042	0,40
<b>TOTAL</b>		132	9,52	100,00	100,00	100,00

A.B: Área basal; DR: Densidad relativa; DMR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia.

**Anexo 5.** Índice de Valor de Importancia de gradiente altitudinal 3 (3.520 m).

Nº	ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	A.B.TOTAL (m <sup>2</sup> )	DR	DMR	IVI
1	<i>Miconia bracteolata</i>	68	4,307	54,84	46,881	50,86
2	<i>Myrsine coriacea</i>	21	1,043	16,94	11,353	14,14
3	<i>Grosvenoria campii</i>	11	1,158	8,87	12,605	10,74
4	<i>Escallonia myrtilloides</i>	10	1,081	8,06	11,767	9,92
5	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	8	0,463	6,45	5,040	5,75
6	<i>Vallea stipularis</i>	3	0,930	2,42	10,123	6,27
7	<i>Miconia crocea</i>	1	0,120	0,81	1,306	1,06
8	<i>Solanum sp</i>	1	0,072	0,81	0,784	0,80
9	<i>Gynoxys sp</i>	1	0,013	0,81	0,142	0,47
<b>TOTAL</b>		124	9,18	100,00	100,00	100,00

A.B: Área basal; DR: Densidad relativa; DMR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia.

**Anexo 6.** Índice de Valor de Importancia de familias encontradas en 0.3 ha que comprenden los tres gradientes altitudinales (3.350 - 3.435 - 3.520 m).

FAMILIA	Nº DE ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	A.B TOTAL (m <sup>2</sup> )	DR	DMR	IVI
Melastomataceae	4	212	14,436	55,352	59,890	57,62
Ateraceae	5	50	3,115	13,055	12,923	12,99
Escalloniaceae	1	51	2,941	13,316	12,201	12,76
Myrsinaceae	1	31	1,369	8,094	5,680	6,89
Solanaceae	3	23	0,707	6,005	2,933	4,47
Elaeocarpaceae	1	5	0,964	1,305	3,999	2,65
Rosaceae	1	10	0,568	2,611	2,356	2,48
Araliaceae	1	1	0,004	0,261	0,017	0,14
<b>TOTAL</b>	17	383	24,10	100,00	100,00	100,00

A.B: Área basal; DR: Diversidad relativa; DMR: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia.

**Anexo 7.** Índice de Diversidad de Simpson de gradiente altitudinal 1 (3.350 m).

ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	Pi	Pi²
<i>Miconia bracteolata</i>	61	0,4803	0,2307
<i>Solanum venosum</i>	14	0,1102	0,0121
<i>Dendrophorbium tipocochensis</i>	10	0,0787	0,0062
<i>Miconia jahnii</i>	8	0,0630	0,0040
<i>Gynoxys sp</i>	6	0,0472	0,0022
<i>Sessea crasivenosa</i>	5	0,0394	0,0015
<i>Verbesina latisquama</i>	5	0,0394	0,0016
<i>Grosvenoria campii</i>	4	0,0315	0,0010
<i>Escallonia myrtilloides</i>	4	0,0315	0,0010
<i>Indeterminada</i>	4	0,0315	0,0010
<i>Myrsine coriácea</i>	2	0,0157	0,0002
<i>Vallea stipularis</i>	1	0,0079	0,0001
<i>Brachyotum ledifolium</i>	1	0,0079	0,0001
<i>Miconia crocea</i>	1	0,0079	0,0001
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	0,0079	0,0001
<b>TOTAL</b>	127		0,2617
			I.D.S: $1 - 0.2617 = 0.73$

**Anexo 8.** Índice de Diversidad de Simpson de gradiente altitudinal 2 (3.435 m).

ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	Pi	Pi²
<i>Miconia bracteolata</i>	71	0,5379	0,28933
<i>Escallonia myrtilloides</i>	37	0,2803	0,0786
<i>Myrsine coriacea</i>	8	0,0606	0,00367
<i>Gynoxys sp</i>	6	0,0455	0,00207
<i>Grosvenoria campii</i>	3	0,0227	0,00051
<i>Solanum venosum</i>	3	0,0227	0,00051
<i>Miconia jahnii</i>	1	0,0076	0,00005
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	0,0076	0,00005
<i>Vallea stipularis</i>	1	0,0076	0,00005
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	0,0076	0,00005
<b>TOTAL</b>	132		0,3748
			I.D.S: $1 - 0.3748 = 0.62$

**Anexo 9.** Índice Diversidad de Simpson de gradiente altitudinal 3 (3.520 m).

ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	Pi	Pi <sup>2</sup>
<i>Miconia bracteolata</i>	68	0,5484	0,30074
<i>Myrsine coriacea</i>	21	0,1694	0,02869
<i>Grosvenoria campii</i>	11	0,0887	0,00786
<i>Escallonia myrtilloides</i>	10	0,0806	0,00649
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	8	0,0645	0,00416
<i>Vallea stipularis</i>	3	0,0242	0,00058
<i>Miconia crocea</i>	1	0,0081	0,00006
<i>Solanum sp</i>	1	0,0081	0,00006
<i>Gynoxys sp</i>	1	0,0081	0,00006
<b>TOTAL</b>	124		0,3487
			I.D.S: $1 - 0.3487 = 0.65$

**Anexo 10.** Índice de Diversidad de Shannon de gradiente altitudinal 1 (3.350 m).

ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	Pi	LN (Pi)	Pi (LN Pi)
<i>Miconia bracteolata</i>	61	0,4803	-0,7333	-0,3522
<i>Solanum venosum</i>	14	0,1102	-2,2055	-0,2430
<i>Dendrophorbium tipocochensis</i>	10	0,0787	-2,5416	-0,2001
<i>Miconia jahnii</i>	8	0,0630	-2,7647	-0,1742
<i>Gynoxys sp2</i>	6	0,0472	-3,0524	-0,1442
<i>Sessea crasivenosa</i>	5	0,0394	-3,2347	-0,1274
<i>Verbesina latisquana</i>	5	0,0394	-3,2347	-0,1274
<i>Grosvenoria campii</i>	4	0,0315	-3,4579	-0,1089
<i>Escallonia myrtilloides</i>	4	0,0315	-3,4579	-0,1089
<i>Gynoxys sp1</i>	4	0,0315	-3,4579	-0,1089
<i>Myrsine coriaceae</i>	2	0,0157	-4,1510	-0,0654
<i>Vallea stipularis</i>	1	0,0079	-4,8442	-0,0381
<i>Brachyotum ledifolium</i>	1	0,0079	-4,8442	-0,0381
<i>Miconia crocea</i>	1	0,0079	-4,8442	-0,0381
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	0,0079	-4,8442	-0,0381
<b>TOTAL</b>	127			-1,9131
				I.D.H = -(- 1,91)
				I.D.H = 1,91

**Anexo 11.** Índice de Diversidad de Shannon de gradiente altitudinal 2 (3.435 m).

ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	Pi	LN (Pi)	Pi (LN Pi)
<i>Miconia bracteolata</i>	71	0,5379	-0,6201	-0,3336
<i>Escallonia myrtilloides</i>	37	0,2803	-1,2719	-0,3565
<i>Myrsine coriacea</i>	8	0,0606	-2,8034	-0,1699
<i>Gynoxys sp1</i>	6	0,0455	-3,0910	-0,1405
<i>Grosvenoria campii</i>	3	0,0227	-3,7842	-0,0860
<i>Solanum venosum</i>	3	0,0227	-3,7842	-0,0860
<i>Miconia jahonii</i>	1	0,0076	-4,8828	-0,0370
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	0,0076	-4,8828	-0,0370
<i>Vallea stipularis</i>	1	0,0076	-4,8828	-0,0370
<i>Oreopanax ecuadoriensis</i>	1	0,0076	-4,8828	-0,0370
<b>TOTAL</b>	132			-1,3204
				I.D.H = - ( - 1,32)
				I.D.H = 1,32

**Anexo 12.** Índice de Diversidad de Shannon de gradiente altitudinal 3 (3.520 m).

ESPECIES	Nº DE INDIVIDUOS	Pi	LN (Pi)	Pi (LN Pi)
<i>Miconia bracteolata</i>	68	0,5484	-0,6008	-0,3295
<i>Myrsine coriacea</i>	21	0,1694	-1,7758	-0,3007
<i>Grosvenoria campii</i>	11	0,0887	-2,4224	-0,2149
<i>Escallonia myrtilloides</i>	10	0,0806	-2,5177	-0,2030
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	8	0,0645	-2,7408	-0,1768
<i>Vallea stipularis</i>	3	0,0242	-3,7217	-0,0900
<i>Miconi crocea</i>	1	0,0081	-4,8203	-0,0389
<i>Solanum sp</i>	1	0,0081	-4,8203	-0,0389
<i>Gynoxys sp</i>	1	0,0081	-4,8203	-0,0389
<b>TOTAL</b>	124			-1,4316
				I.D.H = - ( - 1,43)
				I.D.H = 1,43

**Anexo 13.** Índice de Similitud de Sorensen entre gradiente altitudinal.

COMPARACION ENTRE GRADIENTE ALTITUDINAL	ESPECIES COMUNES	I.S.S
Gradiente altitudinal (1 y 2)	9	0,72
Gradiente altitudinal (2 y 3)	7	0,73
Gradiente altitudinal (1 y 3)	8	0,66

ISS: Índice de Similitud de Sorensen

**Anexo 14.** Frecuencia de individuos por especie por gradiente altitudinal.

ESPECIES	GRADIENTE 1	GRADIENTE 2	GRADIENTE 3
<i>Miconia bracteolata</i>	61	71	68
<i>Miconia jahnii</i>	8	1	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	1	0	0
<i>Miconia crocea</i>	1	0	1
<i>Dendrophorbium tipocochensis</i>	10	0	0
<i>Gynoxys sp</i>	6	6	1
<i>Verbesina latisquama</i>	5	0	0
<i>Grosvenoria campii</i>	4	3	11
<i>Indeterminada</i>	6	0	0
<i>Solanum venosum</i>	14	3	0
<i>Sessea crasivenosa</i>	5	0	0
<i>Solanum sp</i>	0	0	1
<i>Escallonia myrtilloides</i>	4	37	10
<i>Myrsine coriácea</i>	2	8	21
<i>Vallea stipularis</i>	1	1	3
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0	1	0
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	1	8
<b>TOTAL</b>	<b>127</b>	<b>132</b>	<b>124</b>

**Anexo 15.** Medición de DAP (Diámetro a la altura del pecho)



**Anexo 16.** Recolección de muestras**Anexo 17.** Identificación de muestras