



Universidad  
Nacional  
de Loja

## **FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

### ***CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL***

*Caracterización de tipos funcionales de plantas como especies  
indicadoras para el manejo y conservación de la Zona Intangible del  
Bosque Montano del Parque Universitario de Educación y Recreación  
Ambiental “PUEAR”, provincia de Loja*

*Tesis de grado previo a la  
obtención del Título de  
Ingeniero Forestal*

Autor:

Henry Paul Cuenca Suing

Directora:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg.Sc

**Loja – Ecuador**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg.Sc.

**DIRECTORA DE TESIS**

En calidad de directora de la tesis titulada **“Caracterización de tipos funcionales de plantas como especies indicadoras para el manejo y conservación de la Zona Intangible del Bosque Montano del Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental “PUEAR”, provincia de Loja”**, de autoría del señor **HENRRY PAUL CUENCA SUING** con cédula de identidad N° 1105679425 egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal ha sido dirigida, revisada y desarrollada dentro del cronograma aprobado, por tal razón autorizo su presentación y publicación.

Loja, 11 de noviembre del 2019

Atentamente,

  
.....  
Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg.Sc.  
**DIRECTOR DE LA TESIS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

Ing. Aurita Geovania Gonzaga Figueroa Ph.D  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS**

**CERTIFICA:**

En calidad de Presidenta del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada **“Caracterización de tipos funcionales de plantas como especies indicadoras para el manejo y conservación de la Zona Intangible del Bosque Montano del Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental “PUEAR”, provincia de Loja”**, de autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal **Henry Paul Cuenca Suing**, con cédula de identidad N° 115679425, se informa que ha sido revisada e incorporada todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación.

Por lo tanto autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para su sustentación pública.

Loja, 11 de noviembre del 2019

Atentamente,

  
.....  
Ing. Aurita Geovania Gonzaga Figueroa Ph.D  
**PRESIDENTA**

  
.....  
Ing. Noemí del Carmen Jumbo Benítez Mg. Sc.  
**VOCAL**

  
.....  
Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg.Sc.  
**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, **Henry Paul Cuenca Suing** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de los posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

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

**Autor:** Henry Paul Cuenca Suing

**Firma:**  .....

**Cédula:** 1105679425

**Fecha:** Loja, 15 noviembre del 2019



## AGRADECIMIENTO

*Mi mayor agradecimiento primeramente a Dios, por haberme permitido cumplir un objetivo más en mi vida, a mi Madrecita Tereza Cuenca por enseñarme los valores de la humildad y respeto, además por brindarme todo su esfuerzo, amor y apoyo incondicional en toda esta etapa de mi formación académica, gracias por enseñarme que la mejor herencia que nos pueden dar nuestros padres es la educación.*

*A mis abuelitos Carmen y Manuel, mis hermanos Alexandra, Santiago y Josue Gabriel que fueron mi motivación y apoyo en todo momento.*

*A mi directora de tesis, Ing. Johana Muñoz por su paciencia, apoyo, accesorias y recomendaciones que supo brindar para cumplir de la mejor manera este trabajo de investigación. A mis amigos Ney y Stalin por su gran amistad brindada y a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal que supieron aportar con sus conocimientos para mi formación académica.*

*Finalmente agradezco a todas y cada una de las personas que me han brindado su apoyo, permitiendo tener las facilidades necesarias para realizar este trabajo investigativo. Dios los bendiga siempre, con esto dejo constancia a todos de mi eterna gratitud.*

“Gracias”

***Henry Paul Cuenca Suing***

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de tesis se lo dedico a Dios, por darme la vida y salud para cumplir esta meta y por iluminarme cada día en mis estudios, de la misma manera a mi madrecita Tereza María Cuenca Suing, por todo su sacrificio realizado y por ser la mejor madrecita de todas.*

*A la memoria de mi ñaña Albertina Piedad Cuenca Suing (+), que aunque no se encuentre presente en nuestras vidas, sé que desde el cielo estará muy orgullosa por este logro alcanzado.*

***Henry Paul Cuenca Suing***

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
<b>PORTADA</b> .....	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>II</b>
<b>APROBACIÓN</b> .....	<b>III</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>IV</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Biodiversidad .....	3
2.2. Bosques montanos.....	4
2.3. Áreas protegidas y Zonificación .....	4
2.3.1. Tipos de zonas para el manejo en Áreas Protegidas .....	5
2.3.1.1. Zona intangible .....	5
2.3.1.2. Zona primitiva .....	6
2.3.1.3. Zona de uso extensivo .....	6
2.3.1.4. Zonas de uso intensivo .....	6

2.3.1.5.	Zona de recuperación natural.....	6
2.3.1.6.	Zona de uso especial .....	6
2.3.1.7.	Zona de Amortiguamiento .....	6
2.4.	Rasgos funcionales y su importancia en estudios ecológicos.....	7
2.5.	Tipos funcionales de plantas.....	10
2.6.	Grupos funcionales .....	11
2.7.	Diversidad Funcional.....	12
2.8.	Estudios realizados acerca de ecología funcional en América Latina.....	14
2.8.1.	Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas (México).....	14
2.8.2.	Caracterización de tipos funcionales de plantas en bosques de un gradiente altitudinal en América Central y su relación con la altitud (Costa Rica) .....	14
2.8.3.	Efecto de los rasgos funcionales de especies forestales con las características edafológicas de un bosque andino del Ecuador .....	15
2.9.	Biodiversidad ecosistémica presente en el Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental “PUEAR” .....	16
2.9.1.	Bosque natural .....	16
2.9.2.	Matorral alto .....	17
2.9.3.	Matorral bajo.....	17
2.9.4.	Páramo antrópico.....	17
2.9.5.	Pastizales.....	17
2.9.6.	Plantaciones forestales .....	18
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1.	Área de estudio .....	19
3.2.	Metodología para la Identificación de los diferentes atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales de la zona intangible del PUEAR.....	20

3.3.	Caracterización de rasgos funcionales para las especies de la Zona Intangible del PUEAR.....	20
3.4.	Determinación y caracterización de los tipos funcionales de plantas presentes en la zona intangible del PUEAR .....	21
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
4.1.	Identificación de rasgos funcionales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales .....	23
4.2.	Determinación y caracterización de los tipos funcionales.....	25
4.3.	Difusión de los resultados a personas involucradas al sector forestal para su conocimiento y aplicación.....	31
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>32</b>
5.1.	Rasgos funcionales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de especies vegetales.....	32
5.2.	Determinación y caracterización de los tipos funcionales.....	34
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>38</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
<b>Figura 1.</b> Parque Universitario “PUEAR” .....	19
<b>Figura 2.</b> Curva de Witthaker de las especies vegetales de la zona intangible del PUEAR .....	23
<b>Figura 3.</b> Análisis clúster o dendrograma, basado en el método de Ward y distancia Gower a partir de los rasgos funcionales: altura máximas, fenología foliar y manifestaciones de dispersión .....	26
<b>Figura 4.</b> Análisis de componentes principales de especies vegetales de la zona intangible del PUEAR, los círculos indican la relación especie-rasgo.....	29
<b>Figura 5.</b> Poster científico del proyecto de investigación .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Categorías de los rasgos funcionales evaluados para especies de la zona intangible del PUEAR .....	21
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de especies de acuerdo a los Rasgos evaluados .....	24
<b>Tabla 3.</b> Descripción de rasgos característicos de variables evaluadas que conforman los Tipos Funcionales TFP 1 y TFP 2 de Plantas .....	27
<b>Tabla 4.</b> Autovectores y dirección de la variabilidad .....	30
<b>Tabla 5.</b> Matriz de covarianzas común, prueba de Hotelling Alfa=0,05 .....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Base de datos de alturas de las especies vegetales presentes en la zona de estudio.....	49
<b>Anexo 2.</b> Fuentes bibliográficas para el estudio de las especies vegetales utilizadas en la presente investigación.....	50
<b>Anexo 3.</b> Registro de la validación de rasgos cuantitativos para altura máxima y cualitativos en categorías (1) y (2) para fenología foliar, agente dispersor y hábito de crecimiento.....	52
<b>Anexo 4.</b> Abundancia total de individuos, por especies vegetales que existen en la parcela permanente .....	53
<b>Anexo 5.</b> Número de especies por familias, que se determinaron y utilizaron en la presente investigación de acuerdo a la abundancia .....	55
<b>Anexo 6.</b> Registro de la abundancia de especies que se tomaron para la presente investigación .....	56
<b>Anexo 7.</b> Difusión de los resultados a través de un poster científico dirigido a estudiantes, docentes e investigadores de la Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables .....	57

*Caracterización de tipos funcionales de plantas como especies  
indicadoras para el manejo y conservación de la Zona Intangible  
del Bosque Montano del Parque Universitario de Educación y  
Recreación Ambiental “PUEAR”, provincia de Loja*

## RESUMEN

Las zonas intangibles son espacios que requieren de cuidado y monitoreo constante, pues las condiciones o factores ambientales como: temperatura, agua, luz, nutrientes y suelos que ayudan a mantener una variación ambiental son diferentes a otras zonas de conservación. La forma tradicional, de abordar el estudio de zonas de conservación, se enmarca en realizar la descripción de la diversidad, sin embargo es necesario empezar a visualizar otra manera de estudiar la biodiversidad, en base a las funciones ecológicas que desempeñan cada especie y/o ecosistema. La identificación de tipos funcionales en plantas basados en rasgos funcionales, permite entender de mejor manera la respuesta que presenta la vegetación a diversos factores ambientales que se dan dentro de una zona o ecosistema, a través del estudio de la ecología funcional convirtiéndose en una nueva forma de abordar a la biodiversidad desde otro punto de vista. El papel que desempeña la ecología funcional dentro de las especies vegetales, se evalúa a través del uso del agrupamiento de caracteres funcionales o rasgos funcionales que se relacionan como entre sí como: el crecimiento, la reproducción, y supervivencia de los individuos. Estos caracteres constituyen atributos morfológicos, fisiológicos y/o fenológicos medibles a nivel individual, que pueden evaluarse desde el nivel celular hasta el nivel del organismo. En la presente investigación, se analizó 34 de 45 especies vegetales que fueron seleccionadas por criterios como la abundancia en una parcela permanente, ubicada en la zona intangible de un bosque montano, perteneciente al Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental “PUEAR”. Las especies pertenecen a 25 Familias, en donde las familias Rubiaceae y Araliaceae se caracterizan por presentar tres especies, caracterizándose por ser las familias que mayor número reportan; mientras que el 92 % de las familias restantes se caracterizan por estar representadas por dos y una especie. Los rasgos morfológicos evaluados mostraron que las especies presentan una altura máxima que van entre un rango de 6 a 14 m, en lo que refiere al rasgo de fenología foliar, el 88,24 % de las especies evaluadas presenta fenología perennifolia y un 11,76 % se clasifica como caducifolio; mientras que en la dispersión de semillas, el 17,65 % se refiere a especies que presentan una dispersión anemócora y un 82,35 % de diseminación de semillas realizada por animales, es decir se trata de una dispersión zoócora, siendo esta la categoría más representativa para la asociación de los grupos. Con la información de los rasgos identificados, se procedió a realizar un análisis estadístico multivariado de encadenamiento Ward y distancia *Gower*

agrupando funcionalmente a las especies a través de los rasgos funcionales tales como: Altura máxima, Fenología foliar y Agente dispersor, esto se realizó con la finalidad de determinar cómo las especies se agrupan dentro de un área conservada en un bosque montano estableciendo así las características y funciones que de mejor manera los asemejan. De esta forma se determinaron dos tipos funcionales de plantas, considerando al TFP1 como grupo Perennifolio con dispersión zoócora y, al TFP2 como grupo Semiperennifolio con dispersión Anemócora - zoócora, las especies que presentaron mayor abundancia dentro de estos grupos fueron: (TFP1) *Palicourea amethystina* con 165 ind/ha y (TFP2) *Clethra revoluta* con 93 ind/ha respectivamente. Este estudio mostró a través de rasgos y atributos funcionales que se puede analizar y entender las relaciones funcionales y ecológicas que ocurren dentro de una comunidad vegetal, ya que están íntimamente relacionadas a la forma como las especies adquieren los recursos necesarios para su crecimiento, desarrollo y permanencia, por lo que se requieren establecer medidas de manejo y conservación enfocadas en la funcionalidad que realizan las especies en los ecosistemas.

**Palabras claves:** Biodiversidad, rasgos funcionales, grupos funcionales, ecología funcional.

## ABSTRACT

Intangible areas are areas which require constant care and monitoring, as conditions or environmental factors such as temperature, water, light, soil nutrients and help maintain environmental variation are different from other conservation areas. The traditional way of approaching the study of conservation areas is part of making the description of diversity, however it is necessary to start visualizing another way to study biodiversity, based on the ecological roles of each species and/or ecosystem. Identification of plant functional types based on functional features, can better understand the answer presents vegetation to various environmental factors that occur within an area or ecosystem, through the study of functional ecology becoming a new approach to biodiversity from another point of view. The role of functional ecology within plant species is evaluated through the use of functional grouping of characters or functional features that relate as each other as growth, reproduction and survival of individuals. These characters are morphological attributes, physiological and / or measurable phenological individually, which can be evaluated from the cellular level to the level of the organism. In the present study, 34 of 45 analyzed plant species were selected by criteria such as abundance permanent plot, located in the protected zone of a montane forest, belonging to the University Park and Recreation Environmental Education "PUEAR". Species belong to 25 families, where the Rubiaceae and Araliaceae families are characterized by presenting three species, characterized by being the families that report the greatest number; while 92% of the remaining families are characterized by being represented by two and one species. Morphological features evaluated showed that species have a maximum height ranging from a range of 6 to 14 m, in what refers to the feature of foliar phenology, 88.24% of species assessed presents perennifolia phenology and 11.76 % is classified as deciduous; while in seed dispersal, 17.65% refers to species which exhibit anemocorous dispersion and 82.35% of seed dispersal by animals, It is is a zoochorous dispersion, being the most representative class for the association of the groups. With the information of the identified features, it carried out a statistical analysis multivariate chaining Ward and distance Gower grouping functionally species through functional features such as: Maximum height, Phenology foliar and Agent disperser, this was done with the in order to determine how species are grouped within an area preserved in a montane forest thus establishing the features and functions in a better way resemble. Thus two functional types of plants, considering the TFP1 as

Perennifolio dispersion zoochorous group, and the group's Semi TFP 2 as anemocorous dispersion were determined - zoochorous, the species with the highest abundance in these groups were: (TFP1) *Palicourea amethystina* 165 ind / ha and (TFP2) *Clethra revolute* 93 ind/ha respectively. This study showed through features and functional attributes that can analyze and understand the functional and ecological relationships that occur within a plant community because they are closely related to how species acquire the resources necessary for growth, development and permanence, so establishing conservation and management measures focused on performing functionality species in ecosystems are required.

**Keywords:** Biodiversity, functional traits, functional groups, functional ecology.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador representa uno de los países con mayor importancia biológica y ecológica, por la biodiversidad de sus ecosistemas, la cual se debe a ciertos aspectos como la presencia de la cordillera de los Andes. Ésta atraviesa nuestro país de norte a sur, dando origen a pisos altitudinales únicos, los cuales poseen su propio microclima y tipo de suelo, siendo la flora y fauna muy distinta en las estribaciones tanto orientales como occidentales (Hooper *et al.*, 2005; Mace, Norris y Fitter, 2012; Aguirre, Aguirre y Muñoz, 2017).

La importancia de la biodiversidad, se refleja a través de la estructura y funcionalidad que poseen las especies dentro de los ecosistemas naturales, ya que estos proveen bienes y servicios ambientales que, ayudan a enfrentar los efectos negativos del cambio. Se considera prioritario disminuir el ritmo de avance de la degradación ambiental, así como definir e implementar medidas de conservación para dichos ecosistemas (Bunn, Jenkin, Brown y Sanders, 2010; Clark, 2007).

La pérdida de biodiversidad a nivel mundial y en nuestro país, se ve afectada por la fragmentación de los bosques y la consecuente pérdida de hábitats (Hughes, 2000; Diaz, Fargione, Chapin II y Tilman, 2006; Aguirre *et al.*, 2017). Estos problemas son provocados, en su mayoría, por procesos antrópicos como la deforestación y cambios de uso de suelo, que junto al cambio climático componen los principales impulsores de su degradación a nivel mundial. La aglomeración de todos estos factores influyen de manera negativa en los procesos y funciones que realizan las especies dentro de un ecosistema, limitando así recursos necesarios como nutrientes, humedad, sombra, entre otros, que son el complemento idóneo de algunas especies, los cuales se ven limitados al momento de converger ya sea de forma directa o indirecta en su desarrollo (Chapin *et al.*, 2000; Loreau y Hector, 2001). Los estudios realizados en los últimos tiempos sobre ecosistemas, se han enfocado solo en la descripción de su riqueza y estructura, son limitadas las investigaciones que se enfocan en los elementos y variables ambientales y que se encuentran interactuando entre sí.

El estudio de la biodiversidad se ha venido realizando con una visión muy tradicional, enfocada directamente a la descripción de las especies, dejando otros componentes de estudio como; el papel funcional que realizan a lo largo del tiempo dentro de un bosque. Es necesario generar un nuevo enfoque a través de la ecología

funcional, ya que ésta permite diagnosticar y predecir el funcionamiento de una comunidad ecosistémica basado en el análisis de diferentes atributos presentes en las especies; además, de realizar un manejo adecuado de los bienes y servicios ambientales que proveen.

El estudio de la ecología funcional, se convierte en una herramienta necesaria para evaluar la vulnerabilidad en la cual se encuentra una comunidad ecológica, a través del agrupamiento y funcionalidad de las especies que están siendo parte de esta comunidad (Walker 1992; 1995). Uno de los criterios principales que se considera para su estudio es la abundancia de especies (Diaz y Cabido 2001, McGill, Enquist, Weiher y Westoby, 2006), así como atributos tanto morfológicos, fisiológicos y/o fenológicos, que son medibles de manera individual y que pueden ser evaluados desde un nivel celular hasta el nivel de un organismo (Lavorel y Garnier, 2002; Cornelissen *et al.*, 2003 y Violle *et al.*, 2007), y que pueden ser agrupados por tipos funcionales.

Por lo tanto, se hace necesario enfatizar el desarrollo de investigaciones enfocadas en conocer la funcionalidad de los ecosistemas, por ello en la presente investigación, se analizó la composición y diversidad funcional de especies de plantas utilizando el enfoque de la ecología funcional en la Zona intangible del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro - PUEAR”, buscando generar información acerca de los rasgos funcionales que se pueden monitorear en las especies vegetales para su manejo y conservación. Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

- Caracterizar rasgos funcionales de especies de plantas existentes en la Zona Intangible del Bosque Montano del Parque Universitario “PUEAR” con fines de conservación.

#### **Objetivos específicos**

- Identificar los diferentes atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales de la zona intangible del PUEAR.
- Determinar y caracterizar los tipos funcionales de plantas presentes en la zona intangible del PUEAR.
- Difundir los resultados a personas involucradas al sector forestal para su conocimiento y aplicación.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Biodiversidad**

La biodiversidad o diversidad biológica hace énfasis a la variedad de vida existente en la tierra constituida principalmente por tres niveles de organización biológica (genes, especies y ecosistemas) y uno étnico-cultural, descrita en términos de número, abundancia, composición y distribución espacial (MAE, 2014; Aguirre *et al.*, 2017).

La diversidad biológica abarca la variedad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos y todas las relaciones que estén establecidas entre sí; de la misma forma la variabilidad y variedad de organismos que existen se ve reflejada de un lugar a otro con el pasar del tiempo, recalcando que la diversidad genética brinda a los organismos características de sobrevivencia y permanencia, permitiendo la evolución de las especies a través de procesos de selección natural (Hooper *et al.*, 2005; Cárcamo Garay, Squeo y Gaymer, 2014).

Para Aguirre (2018); Montilla, Castillo y Soler, (2019) mencionan que dentro de la biodiversidad se encuentran niveles de organización que van desde genes hasta paisajes o regiones, donde se encuentran tres atributos importantes como: composición, estructura y función. La composición está referida a la variedad e identidad de elementos que existen en una área determinada, la estructura está relacionada a la organización física incluyendo la abundancia relativa de especies, ecosistemas y conectividad, en cuanto a la función incluye los procesos ecológicos-evolutivos, estos están dados por la competitividad de alimentos, sobrevivencia y sobre las perturbaciones naturales que puedan presentarse en el lugar (Aguirre *et al.*, 2017; Valdés *et al.*, 2019).

Montilla *et al.*, (2019) indica que durante los últimos años el deterioro producido hacia el ambiente afectan de manera considerable a la diversidad biológica, principalmente a los recursos naturales que son de subsistencia para la vida, debido a esta situación que existe sobre la problemática ambiental se ha venido generando discusiones en las diferentes cumbres internacionales donde todos, generalmente concuerdan que, se debe dar más énfasis a implementar e incentivar mayores temas sobre educación ambiental y con ella el estudio de la biodiversidad ante la creciente

problemática que se vive actualmente; además de prever una enseñanza que redirija una mejor educación hacia un desarrollo sostenible.

## **2.2. Bosques montanos**

Se denomina bosque montano andino o nublado, a la formación vegetal ubicada a ambos lados de la cordillera de los Andes, con un rango altitudinal de 1800-3000 msnm, con características de la vegetación que permiten que la humedad atmosférica alta se aglomere. En este bosque, muchos de los árboles presentan una forma retorcida, con una altura máxima del dosel de 5 a 18 m y diámetros máximos de 40 cm, siendo hábitat de abundantes epifitas como: helechos, musgos, orquídeas, bromelias, tienen como característica especial que mientras a mayor altitud se encuentren mayor es su diversidad florística (Aguirre, Cabrera y Maza, 2001; MAE y FAO, 2015).

Es así que estos bosques representan uno de los ecosistemas más diversos del mundo, llegando a ser considerados a nivel mundial como un punto caliente o (hot-spot) de biodiversidad (MAE y FAO, 2015).

Estos bosques montanos presentan una formación vegetal importante ya que aportan con el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica, protección de suelos, almacenamiento de dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y producción de oxígeno, las materias primas de consumo humano como la leña. El aprovechamiento insostenible del bosque y la invasión de especies exóticas y agrícolas, han producido la eliminación de algunas especies nativas, provocando cambios trascendentales en la estructura y composición de éstos bosques (MAE, 2013). Es por esto que se insiste en la necesidad de dar a conocer la importancia que tiene el mantener éstas áreas boscosas.

## **2.3. Áreas protegidas y zonificación**

Las áreas protegidas son espacios geográficos específicos, reconocidos y manejados, mediante medios legales para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza, sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados (Dudley, 2008). Según la UICN (1998); Lorenzi y Borrini (2013) definen una área protegida como las superficies designadas únicamente a la protección y la subsistencia de la diversidad biológica, además de los recursos naturales y culturales que existen dentro de la misma, las cuales se encuentran manejadas a través de convenios y medios legislativos.

En los últimos años se han puesto en evidencia un sin número de instrumentos y métodos para fortalecer el trabajo dentro de las áreas protegidas, pero al mismo tiempo se han presentado desafíos que las áreas protegidas debe afrontar, para esto es necesario contar con el apoyo tanto de instituciones públicas, financieras, de recursos humanos e investigadores que aporten al cuidado y conservación de estas áreas (Dudley, 2008; Elbers, 2011). Es así que uno de los marcos conceptuales actuales para la gestión de áreas protegidas es el enfoque ecosistémico, que se define como “Una estrategia para el manejo integrado de la tierra, el agua y los recursos vivos, promoviendo su conservación y uso sostenible de forma justa y equitativa” (MAE, 2013).

Por todos los conflictos generados por el uso de espacio dentro de un área, se elaboran los planes de manejo de áreas protegidas (Arguedas, 2010). En nuestro país estos planes se encuentran conformado por elementos como: el diagnóstico o evaluación del estado del área protegida - análisis de escenarios – la zonificación - directrices de manejo de los recursos naturales y culturales - los objetivos, estrategias, resultados/metas y la estructura programática del plan de manejo (MAE, 2013; Granizo *et al.*, 2006).

Según el MAE (2013) la zonificación de un área protegida se encuentra dada en función de los recursos naturales que posee y su capacidad de acogimiento a distintos usos; además, de favorecer distintos servicios ambientales, de esta manera la zonificación es un instrumento muy importante al momento de realizar una planificación, ya que nos permite entender cómo se encuentra distribuido un área dentro de un espacio geográfico.

### **2.3.1. Tipos de zonas para el manejo en Áreas Protegidas**

De acuerdo al criterio de Miller (1980) la zonificación para el manejo de áreas protegidas más utilizadas es:

#### **2.3.1.1. Zona Intangible**

Son zonas las cuales han sufrido una mínima alteración antrópica, la importancia de esta zona es que las funciones que se realizan dentro son de gran aporte para la protección del ambiente, siendo permitido el uso de esta área únicamente para el ámbito

científico, investigativo, administrativo, y actividades afines a estas que no sean de carácter destructivo.

#### **2.3.1.2. Zona primitiva**

Áreas que han sufrido alteraciones causadas por actividades antrópicas, el objetivo de manejo que realiza es salvaguardar el ambiente natural y al mismo tiempo facilitar estudios de investigación científica, educación ambiental y recreación en forma extensiva.

#### **2.3.1.3. Zona de uso extensivo**

Es una zona de pequeña extensión que contiene muestras representativas del área, siendo el principal objetivo de mantener un ambiente natural, disminuyendo el impacto humano al recurso, pero facilitando la visita al área en concentraciones menores, con fines educativos y recreacionales.

#### **2.3.1.4. Zonas de uso intensivo**

Corresponde áreas naturales que contienen rasgos de interés escénico y recreativo, su objetivo es facilitar el desarrollo para la educación ambiental y recreación intensiva, de manera que se armonice con el ambiente y se provoque el menor impacto posible sobre éste y la belleza escénica.

#### **2.3.1.5. Zona de recuperación natural**

Pertencen a lugares que han sufrido alteraciones por actividades Silvo-agropecuarias requiriendo un tratamiento especial, el objetivo es permitir la rehabilitación de los ecosistemas alterados en forma natural y humana.

#### **2.3.1.6. Zona de uso especial**

Son sectores destinados a la dirección y manejo del área para el tránsito de vehículos motorizados siendo su objetivo de minimizar el impacto sobre el ambiente natural y el contorno visual de las instalaciones administrativas y actividades no correspondientes con los objetivos de un área protegida.

#### **2.3.1.7. Zona de Amortiguamiento**

Son zonas que se encuentran ubicadas dentro y fuera del área protegida, el objetivo principal de esta zona es frenar los efectos que se puedan producir sobre los recursos por parte de la intervención humana tanto de manera interna y externa.

El MAE (2013) presentó una guía con el propósito de manejar de mejor manera las áreas protegidas, donde menciona que para la zonificación cada país o territorio manejan distintos criterios o parámetros de zonificación, este criterio depende de la estructura y enfoque que presenten las áreas protegidas tanto para el manejo y conservación de los recursos. De éste modo para el Ministerio del Ambiente del Ecuador los métodos más utilizados para la zonificación son: la zonificación por aptitud de uso y la zonificación por condición de los recursos naturales y culturales presentes.

#### **2.4. Rasgos funcionales y su importancia en estudios ecológicos**

Martín, González, Díaz, Castro y García, (2007) mencionan que los rasgos funcionales corresponden a un carácter morfológico, fisiológico o fenológico, relevante de la planta que permiten comprender y explicar la relación de la misma con su entorno; estos son indicadores de diferentes estrategias de vida que presentan las plantas como resultado de adaptaciones evolutivas al medio ambiente (Felsenstein, 1985).

El estudio de los rasgos funcionales es útil desde el punto de vista ecológico, para la determinación del papel funcional de las especies que componen los ecosistemas (Chave *et al.*, 2006). Como rasgos funcionales de las plantas se han utilizado diversas características que en general se encuentran dentro de tres categorías según su función, estas son:

(1) Las que están relacionadas directamente con el crecimiento y defensa de la planta como: el tamaño, el peso, el contenido de nutrientes y la resistencia de la hoja, (Cornelissen *et al.*, 2003).

Una de las variables que más influye dentro de esta categoría es la altura máxima (Amax), donde Cornelissen *et al.*, (2003) menciona que la altura de una planta es la distancia expresada en metros desde el nivel del suelo y su límite más alto de los tejidos fotosintéticos o la máxima estatura de un individuo maduro asociada con la forma de crecimiento en relación con la posición en que la especie se encuentra expuesta a la luz, competitividad, o tamaño reproductivo.

Otra variable es el hábito de crecimiento, según Pérez *et al.*, (2013) menciona que esta variable está dada como un indicador de la estructura de la planta, determinada principalmente por la dirección y prolongación de crecimiento que presenta un individuo, la estructura, altura del dosel y su distribución vertical-horizontal de las hojas

estando asociada la forma de crecimiento con adaptaciones ecológicas y fisiológicas para la captura de recursos para su desarrollo.

Es así que Pérez *et al.*, (2013) describen las siguientes categorías: herbáceas: plantas con forma de rosetas, macollas, hojas distribuidas a lo largo del tallo; semi-leñosas: plantas palmoides o de tallos suculentos; leñosas: arbustos y árboles y estructural plantas epífitas, hemiepífitas, trepadoras, lianas, parásitas y hemiparasitas.

(2) Las que influye en la cantidad de carbono fijado y están inversamente relacionada con la tasa de crecimiento, la mortalidad y el tiempo de reproducción. En esta categoría se considera solo la densidad de la madera, en relación a la cual se ha demostrado que las especies con baja densidad de madera son por lo general especies oportunistas de claros que se provocan en el bosque ya sea por caídas de árboles o intervenciones antrópicas, éstas presentan crecimiento rápido, baja resistencia mecánica, y que a menudo son de gran altura (Swenson y Enquist, 2007).

(3) Los rasgos asociados a procesos reproductivos y de dispersión como: el tamaño y cantidad de semillas por fruto, los vectores o agentes de polinización todos ellos relacionados con la fenología foliar y dispersión de semillas como lo menciona (Cornelissen *et al.*, 2003).

En otra definición realizada por Cabrera y Ordoñez (2004) describe que la variable fenológica es considerada como un rasgo vital para determinar las estrategias sobre la historia de vida en las especies, clasificando a los eventos fenológicos existentes en dos categorías o mecanismos como son: vegetativas y reproductivas. Martí, Palacio y Milla, (2004) y Rosenfeld (2002) mencionan que la fenología o estacionalidad referente al ciclo vital de las plantas, se han agrupado comúnmente por su hábito foliar en dos tipos funcionales de vegetación: caducifolio (son las que pierden el follaje justo antes del comienzo de la estación seca como mecanismo de bloqueo por la pérdida de agua que se produce por excesiva transpiración) y perennifolio (las que presentan hojas con una longevidad superior al año siendo sus parámetros menos afectados por la fenología que en el grupo funcional anterior).

La variable dispersora de semillas es considerada como una de las relaciones ecológicas que existe entre plantas y animales, siendo un indicador prominente de la capacidad que tienen las plantas para colonizar otros sitios (Herrera, 1985; Falster y

Westoby, 2003). La disponibilidad de mecanismos de dispersión en una comunidad vegetal está determinada por las características que posee un ecosistema como: aspectos ambientales, estructura y composición florística de la vegetación (Van der Pijl, 1972; Salgado, 2007).

Es así que existen dos tipos de dispersión: primaria y secundaria. La dispersión primaria se da cuando las semillas son tomadas y transportadas directamente del árbol por agentes bióticos o abióticos (Wang y Smith, 2002). De igual forma Rojas, Stiles y Muñoz (2012) definen a los dispersores primarios como agentes aseguradores de que la información genética presente en las semillas no se pierdan, otra característica que presentan los dispersores primarios es que ayudan a que los frutos caigan al suelo para que otros animales puedan aprovecharlos y que al consumirlos estos puedan ser dispersados realizando así una dispersión secundaria. La dispersión secundaria está referida a la trayectoria o distancia que pueden realizar las semillas después de llegar al suelo y ser tomadas por algún organismo dispersor, esto ocurre cuando los organismos remueven las semillas de un lugar específico a otro sitio diferente de la planta que lo produce (Ruiz *et al.*, 2010; Ruiz y Urbina, 2011; Schupp, Jordano y Gómez, 2010).

Según Van der Pijl (1969) las principales categorías de dispersión son:

- Autocoria: están especies que se dispersan por sus propios medios por la gravedad.
- Anemocoria: presentan semillas pequeñas que presentan unas estructuras aladas, copetes o pelos son dispersadas por el viento.
- Balisticoria: semillas dispersadas mecánicamente es decir son arrojadas una vez la cápsula abre explosivamente.
- Hidrocoria: están los frutos y/o semillas que presentan membranas impermeables y cámaras de aire que permiten la flotación, siendo dispersados por el agua.
- Zoocoria: esta dispersión está dada por animales que pueden ser mamíferos e lugares donde se encuentran frutos con alguna carnosidad atractiva y aves o murciélagos donde están presentes drupas o bayas carnosas.

De esta manera el uso de rasgos funcionales permite abordar la ecología de comunidades y ecosistemas desde un punto de vista funcional, más allá del análisis de la biodiversidad en el contexto de riqueza de especies. También se plantea a la ecología

funcional como la manera de entender el funcionamiento de los bosques a través de las respuestas de las especies a las variables ambientales, los componentes de la biodiversidad que influyen en la dinámica y funcionamiento del ecosistema, así como la relación de las características funcionales y servicios que brindan los ecosistemas (Tilman, 2001 y Cornelissen *et al.*, 2003).

## **2.5. Tipos funcionales de plantas**

Los tipos funcionales de plantas (TFP) son conjuntos de especies que responden de manera similar al ambiente y tienen efectos semejantes en el funcionamiento de los ecosistemas (Salmerón, González y Geada, 2016; Montes *et al.*, 2017). También se puede entender como TFP, a grupos o ensamblajes ecológicamente similares, pero de distinta identidad taxonómica (especie, género, familia, orden), determinados en función de un conjunto de rasgos (Díaz *et al.*, 2007), entre los que se incluyen los señalados anteriormente. A sí mismo para los bosques, los TFP representan agrupaciones de especies vegetales según el papel funcional que cumple cada uno en determinados procesos ecológicos, basado en atributos comunes, independientemente de sus relaciones filogenéticas o taxonómicas (Salmerón *et al.*, 2016).

Este concepto es de gran importancia en los estudios ecológicos, pues, proporciona una visión mucho más sólida de los vínculos entre la organización de la comunidad, el funcionamiento del ecosistema y los impulsores del cambio global, más que considerar solamente la riqueza de especies (Díaz *et al.*, 2007; Salgado *et al.*, 2015). Su importancia radica en que se parte del conocimiento de un conjunto de rasgos útiles de cada una de las especies, para explicar y deducir diferentes efectos ambientales o propiedades del ecosistema, con lo cual se obtiene una idea clara de cómo manejar los recursos naturales utilizando la funcionalidad del bosque, en virtud de que no todas las especies forestales responden de la misma manera a los estímulos ambientales (Casanoves *et al.*, 2011).

Abordar el concepto de TFP también tiene importancia para entender la estabilidad de los ecosistemas, en el contexto del análisis de la redundancia funcional (Martín *et al.*, 2007; Laliberté *et al.*, 2010; Salmerón *et al.*, 2016); la cual es entendida como la capacidad de dos o más especies para desarrollar funciones comunes dentro de un ecosistema, representando una garantía de la resiliencia para responder a la acción de distintas perturbaciones (Salmerón *et al.*, 2016). En otras palabras, esta propiedad es

proporcional a la probabilidad de que al menos una especie pueda sobrevivir ante cualquier perturbación que se presente, es así que de no existir una redundancia funcional se provocaría la pérdida de cualquier especie vulnerada o perturbada, ocasionando la pérdida completa de un grupo funcional y por ende la pérdida de los servicios que brindan al ecosistema (Martín *et al.*, 2007). Con base en el conocimiento de la redundancia funcional, los TFP han sido muy útiles en el diagnóstico de procesos asociados a perturbaciones, de igual forma en la elaboración y monitoreo a largo plazo de estrategias de manejo de ecosistemas y prácticas específicas de restauración (Salmerón *et al.*, 2016).

Es importante destacar, que el funcionamiento que realizan las especies en un determinado ecosistema, se evalúa no solo en relación a sus atributos funcionales, sino que también depende de la abundancia relativa con que estos atributos están presentes dentro de una comunidad (Martín *et al.*, 2007). De acuerdo con esto, los atributos funcionales que muestran las especies dominantes dentro de un área, nos permite reconocer los factores ambientales de mayor importancia, que a su vez influyen sobre la tasa y magnitud de los principales procesos de los ecosistemas (Díaz y Cabido, 2001).

## **2.6. Grupos funcionales**

Son un conjunto de especies con un papel ecológico similar, pueden incluir especies cercanamente relacionadas que poseen atributos comunes por descendencia, difiriendo en atributos fisiológicos, morfológicos, conductuales y de historia de vida, afectando de manera diferencial la estructura, dinámica o funcionamiento de las comunidades bióticas y de los ecosistemas, tal es el caso de las especies que son similares en sus atributos, en sus respuestas a disturbios, o que desempeñan un papel ecológico semejante que conforman un grupo funcional, es así que solo basta simular el comportamiento de los diferentes grupos funcionales y de un puñado de especies clave para obtener una respuesta. (Hooper *et al.*, 2005).

Los principales métodos dentro del estudio de la diversidad funcional radican en agrupar a las especies de acuerdo con la similitud de sus rasgos funcionales (Tilman, 2001).

Para la clasificación de especies y formación de grupos funcionales, Fonseca y Ganade (2001) mencionan que existen cinco pasos fundamentales:

Paso 1. Definir el criterio de cómo pueden clasificarse los grupos funcionales, ya sean con la evaluación de características como: presencia de respuestas similares que se dan ante cambios ambientales o la similaridad de grupos con características ecológicas.

Paso2. Especificar la comunidad biológica a la que se va estudiar, estableciendo criterios para la inclusión de especies.

Paso 3. Selección de las funciones claves que se van a tomar en cuenta al momento de evaluar.

Paso 4. Distinguir los rasgos funcionales que mejor detallen la función que realice la especie de utilidad.

Paso 5. Realizar un registro o matriz de especies/rasgos, para la aplicación del método multivariado más adecuado que nos permita la formación de los grupos funcionales representados a través un dendrograma o cluster.

A diferencia de los TPF, los grupos funcionales acogen a las especies por diferentes variables o atributos que éstas comparten (altura, fenología, densidad, agente dispersores, entre otros.) pudiendo ser definidos acorde a la actividad o función que realizan dentro de los procesos ecosistémicos o las respuestas que dan las especies a cambios ambientales, encontrando semejanzas funcionales entre distintas especies y que son claves para los ecosistemas (Rosenfeld, 2002)

Por tanto para realizar un manejo de ecosistemas se necesitan modelos predictivos de la vegetación, estos modelos fundamentados en grupos funcionales ayudan en la comprensión de la dinámica de disturbios que afronta un área; de esta manera la provisión de servicios aportados por los ecosistemas que son básicos para el desarrollo de las sociedades humanas dependen de la actividad de los diferentes grupos funcionales. (Hooper *et al.*, 2002).

## **2.7. Diversidad Funcional**

La diversidad funcional se define como el rango y abundancia relativa de rasgos funcionales presentes en una comunidad y la cual está dada de acuerdo a su abundancia, siendo uno de los factores principales que influyen en el funcionamiento de ecosistema. (Díaz *et al.*, 2007; Córdova y Zambrano, 2015). Se fundamenta en el estudio de las comunidades y los ecosistemas, con base en el papel que cumplen los organismos que lo

integran, siendo un componente primordial para evaluar los resultados funcionales de la biodiversidad (Petchey, Gorman y Flynn, 2009).

En los últimos períodos este enfoque se ha usado para estudiar cambios en la abundancia de rasgos o grupos funcionales en ambientes diferenciados y evaluar el efecto de diferentes factores en la organización de las comunidades vegetales, incluyendo la respuesta a disturbios (Castellanos y Bonilla, 2011).

La clasificación de especies en grupos funcionales se ha convertido en una herramienta necesaria para aproximarse a la diversidad funcional, de esta manera Mason Mouillot, Lee y Wilson, (2005) discuten que la diversidad funcional debe ser estimada de una manera independiente, explicándolos en cuatro componentes principales que son:

- Riqueza funcional.\_ Referida al espacio funcional ocupado por las especies pertenecientes a una comunidad independientemente de sus abundancias (Villéger Miranda, Hernández y Mouillot, 2010; Córdova y Zambrano, 2015).

- Equitatividad funcional.\_ Se da por la homogeneidad que existe en la distribución de las abundancias de las especies de una comunidad en un espacio funcional, cuando se presenta una equitatividad baja se dice que el nicho funcional de las especies están siendo subutilizadas (Villéger *et al.*, 2010).

- Divergencia funcional.\_ Es la medida de similitud funcional entre las especies dominantes que existen dentro de una comunidad, cuando existe una alta divergencia funcional en el nicho de las especies dominantes, el volumen de procesos ecosistémicos incrementa realizándose un uso más eficiente de los recursos (Villéger *et al.*, 2010; Mason *et al.*, 2005).

- Especialización funcional.\_ Es una medida que está dada por diferencias generales que se presentan entre las especies, independientemente de sus abundancias (Bellwood, Wainwright, Fulton y Hoey, 2006).

La ventaja que se obtiene al momento de analizar estos componentes de manera independiente es la de proveer a mayor detalle la relacionan que existe entre la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (Villéger, Mason y Mouillot, 2008; Mouchet, Villéger, Mason y Mouillot, 2010).

## **2.8. Estudios realizados acerca de ecología funcional en América Latina**

### **2.8.1. Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas (México)**

La caracterización de tipos funcionales en bosques secundarios relacionando un gradiente altitudinal con variables bioclimáticas, ayudan a identificar la manera de como las especies se agrupan funcionalmente a través de rasgos claves como lo explica Bermeo (2010) en su estudio realizado en México para 106 especies agrupando siete rasgos claves como: Área foliar, Área específica foliar, Contenido foliar de materia seca, Fuerza física de las hojas, Densidad de madera, Contenido foliar de nitrógeno y Contenido foliar de fósforo) para explicar y dar a entender cómo estos rasgos reaccionan ante los cambios en un grupo de variables bioclimáticas, por medio de un análisis multivariado estableciendo relaciones entre rasgos funcionales y procesos ecológicos que se dan en el ecosistema de los bosques secundarios. En este análisis identificó seis TFPs y uno a priori (FFP7), los cuales los denominó como adquisitivos (TFP2, TFP3, TFP5), conservativos (TFP1, TFP4) y mixto (TFP6). Además de medir la diversidad funcional a través de 13 índices entre multi-rasgo y mono-rasgo y la Media Ponderada de la Comunidad (MPC) ponderados por el número de individuos (N) y área basal (G), y su relación con altitud, mostrando que tan solo tres índices- dos mono-rasgo (FRO Y FDvar) y uno multi-rasgo (FDiv) resultaron significativos con la altitud, y las MPC de AF, AFE, CFMS, DM y N son los rasgos funcionales que predominan en las comunidades de los TFPs descritos. En la segunda parte evaluó como los TFPs, índices de diversidad funcional (IDF) y MPC están relacionados con factores ambientales, a través de 19 variables bioclimáticas y como TFPs reaccionan a cambios de climáticos. Aquí encontró que los TFP6 y 10 TFP5 estuvieron más asociados a variables de precipitación y que los IDF y MPC de los rasgos se encuentran más asociados a variables de temperatura.

### **2.8.2. Caracterización de tipos funcionales de plantas en bosques de un gradiente altitudinal en América Central y su relación con la altitud (Costa Rica)**

Los estudios realizados en Centro América en materia de funcionalidad son de gran relevancia en la formación de tipos funcionales de esta manera Ruiz (2013) realiza una

investigación en la medición de rasgos en 108 especies arbóreas, helechos arborescentes y palmas dominantes, caracterizándolos en tipos funcionales de plantas (TFP) e índices multirasgos multidimensionales (equidad, divergencia, riqueza y disimilitud) de diversidad funcional, delimitando seis TFPs, uno netamente adquisitivo, uno netamente conservativo, tres intermedios, y uno conformado únicamente por palmas. La delimitación que existe por los gradientes altitudinales permite la caracterización de variable tanto en la zona alta, intermedia y baja como son el crecimiento, agrupamiento de nutrientes, la variación del espectro de rasgos foliares y mayor semejanza en la distribución de la abundancia de rasgos de acuerdo a los índices de diversidad de equidad (FEve) y divergencia funcional (FDiv); Sin embargo, la adaptación del sistema de los bosque a estos cambios potenciales de composición funcional depende en gran medida de la capacidad de migración que realizan las especies a través de la dispersión, además de su resistencia fenotípica, debido a la alta influencia del clima que existe sobre los rasgos.

### **2.8.3. Efecto de los rasgos funcionales de especies forestales con las características edafológicas de un bosque andino del Ecuador**

Alarcón (2019) en su estudio evalúa rasgos funcionales y características edafológicas de los suelos aledaños a 25 especies arbóreas de un bosque andino, con el fin de determinar los tipos funcionales de plantas y sus relaciones con las variables climáticas seleccionando tres individuos de cada especie para la medición de 6 rasgos foliares (área foliar, área foliar específica, fuerza tensil foliar, contenido foliar de materia seca, contenido foliar de nitrógeno y fósforo) y dos especies para la medición de rasgos en el tallo como (densidad de la madera y DAP). También realizó una recolecta de 1kilo de suelo cercano a cada individuo evaluado, determinando: ph, SDT, conductividad eléctrica, macro y micronutrientes, materia orgánica, contenido de carbono, nitrógeno y fósforo. Como resultado y mediante un análisis multivariado se obtuvo tres tipos funcionales de plantas denominados adquisitivo-intermedio, explican que en este grupo abarca de manera eficiente los nutrientes; el grupo conservativo posee características de fijación de Carbono y especies de rápido crecimiento y el grupo adquisitivo se destaca porque sus especies son de lento crecimiento y fijadoras de nitrógeno, encontrando relaciones significativas entre rasgos funcionales con las variables climáticas y edafológicas, que se encuentran determinando el tamaño de hojas y fuste, crecimiento de las especies, disponibilidad de carbono y nutrientes en el suelo, en este estudio

realizado permite encontrar estrategias de manejo y conservación de los recursos de un bosque andino en relación con las especies, componente climático y fertilidad del suelo.

Enriquez (2017) determinó grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur del Ecuador, en donde agrupó funcionalmente a 30 especies tomadas tanto del Bosque Seco, Bosque Tropical Amazónico y Bosque Andino pertenecientes a la Región Sur del Ecuador, en un conjunto de cuatro rasgos de historia de vida (RHV) con el propósito de determinar cuáles son las especies que poseen el potencial para la restauración ecológica a través de los Rasgos de Historia de Vida, como resultado determinó dos tipos funcionales de plantas (TFP), el TFP1 caracterizado como perennifolio de estrato alto, zoócora y anemócora y el TFP2 fue clasificado como caducifolias de estrato intermedio, zoócora. Los rasgos que más identifican estas agrupaciones son fenología (FEN) y síndrome de dispersión (SD), estas características se encuentran diferenciando estrategias entre los grupos ya que algunos se identifican más por el crecimiento mientras que otros en reproducción. Las especies que presentaron mayor potencial para realizar una restauración adecuada son: *Handroanthus chrysanthus*, *Maclura tinctoria*, *Bursera graveolens*, *Cedrela odorata*, *Grias peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Ceiba pentandra*, *Iriartea deltoidea*, *Vismia baccifera*, *Alnus acuminata* y *Nectandra reticulata*.

## **2.9. Biodiversidad ecosistémica presente en el Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental “PUEAR”**

Según Aguirre, Yguana y Gaona, (2016) existen los siguientes tipos de cubierta vegetal:

### **2.9.1. Bosque natural**

Se ubica a 2 250 msnm con una extensión de 12,93 ha que corresponde al 13,46 % del área total del PUEAR, a su vez por presentar una constante humedad atmosférica permite el desarrollo de una gran diversidad florística formada por árboles, arbustos, hierbas, parásitas y epífitas. La mayor parte de este bosque se encuentra en lugares inaccesibles lo cual está determinado por su estructura y por la pendiente del terreno en la cual se encuentra. De igual manera presentan suelos profundos y negros, con una gran biomasa compuesta de materia orgánica de restos de árboles caídos, ramas y hojas que se han desintegrado por la presencia de microorganismos existentes en el suelo. Cabe destacar que dentro de este ecosistema se incluyen el bosque con dominio de *Juglans*

*neotropica* (nogal) con 2,91 ha (3,03 %); y, el bosque con abundancia de *Alnus acuminata* (aliso) con una extensión de 2,45 ha (2,55 %).

### **2.9.2. Matorral alto**

Constituido por especies secundarias que resultan por intervención y destrucción del bosque primario, este ecosistema comprende un área de 28,4 ha que corresponde al 29,58 % del área del PUEAR. Aquí se distinguen diferentes estratos como: arbustivo y herbáceo; además de la presencia de una gran cantidad de plantas inferiores, que en asociación con la materia orgánica existente en el suelo forman a manera de una capa protectora contra la erosión y pérdida de la humedad.

### **2.9.3. Matorral bajo**

Éste ecosistema comprende 14,27 ha que constituye el 14,86 %, en referencia al área total del PUEAR. Ésta vegetación secundaria es producto de la destrucción del bosque, por intervenciones antrópicas como los incendios forestales, está ubicada en las partes altas con fuertes pendientes, desempeña una función muy importante tanto para la protección del suelo y del nacimiento de las pequeñas quebradas, esta zona es predominada por arbustos, hierbas y una gran cantidad de plantas inferiores características de este tipo de vegetación.

### **2.9.4. Páramo antrópico**

Conocido como pajonal, ubicado a una altitud que va de los 2380 a 2468 msnm, ocupa 20,58 ha dentro del PUEAR (21,44 %), presenta pendientes mayores a 35 %, está constituido por una formación herbácea perenne, con dominio de *Calamagrostis intermedia* y *Puya eryngioides*; formando una vegetación densa y que cumple un papel importante como servicio ecosistémicos por su capacidad retentiva de agua. Esta cobertura vegetal ha sufrido muchas alteraciones en estructura y composición de su vegetación, lo que ha traído como consecuencia la degradación de los suelos presentes en este sitio.

### **2.9.5. Pastizales**

El pasto natural, ocupa 0,65 ha (0,68%) este se encuentra localizado en los alrededores de la casa de visitantes, asociado con la presencia de especies forestales y

frutales, constituyéndose en una forma atractiva de muestra para 40 especies de flora útil existente en la hoya de Loja.

#### **2.9.6. Plantaciones forestales**

Ésta cobertura vegetal está conformada por especies de Eucalipto y Pino, abarcando un área de 13,83 ha (14,4 %) del PUEAR, encontrándose 12 especies de *Eucalyptus spp.* y 11 especies de *Pinus sp.* Bajo el dosel de las plantaciones se ha formado un interesante sotobosque con especies nativas, donde se han inventariado 20 especies que corresponden a 14 familias.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1.1. Área de estudio

La investigación se realizó en el Parque Universitario de Educación y Recreación Ambiental “PUEAR”, ubicado a 5 km del centro de la ciudad de Loja, perteneciente a la Universidad Nacional de Loja (Bustán, Raúl, Bustán y Maribel, 2012). En la figura 1, se observa la ubicación del Parque Universitario.

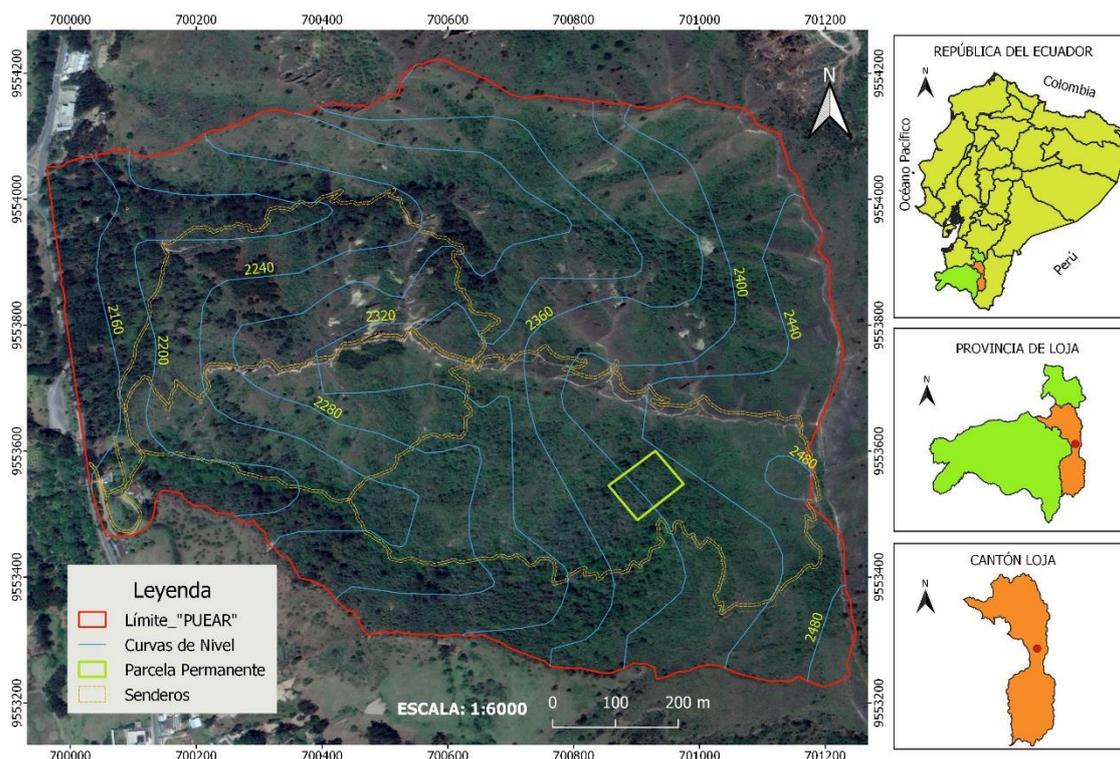


Figura 1. Parque Universitario “PUEAR”

El PUEAR se ubica en la Ciudadela Universitaria “Guillermo Falconí Espinosa”, parroquia San Sebastián, cantón Loja. Según Aguirre *et al.*, (2016) su rango altitudinal va de 2 130 a 2 520 msnm, entre las coordenadas UTM: 700 592 – 9 554 223 N, 700 970 – 9 553 139 S – 701 309 – 9 553 171 E, 699 961 – 9 554 049 W, Limitando: al Norte con la cuenca de la quebrada León Huayco; Sur con Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”; Este el filo de la cordillera oriental y Oeste vía Loja a Vilcabamba.

Presenta una precipitación total anual de 955 mm; una temperatura media anual de 16,6°C, humedad relativa media es del 71,96 % y la evaporación media es de 111,33 mm (Rojas, Stiles y Muñoz, 2012).

## **1.2. Metodología para la identificación de los diferentes atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales**

Para identificar los diferentes atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales, se tomó como base la información generada por Reyes (2017) dentro de una parcela permanente de una hectárea instalada en la zona intangible del PUEAR. Se consideró las especies vegetales que presentaron mayor abundancia excluyendo del análisis a aquellas especies que presentaron menos de tres individuos por hectárea.

## **1.3. Caracterización de rasgos funcionales para las especies vegetales**

Se categorizó cuatro rasgos funcionales, según Casanoves *et al.*, (2011), para ser monitoreados: altura máxima, fenología foliar, hábito de crecimiento y agente dispersor. En la Tabla 1, se indican los rasgos categorías y/o unidades de medida.

Para el rasgo altura máxima (Amax), se midieron en campo las alturas de las especies seleccionadas con el uso de instrumentos de medición como SUNNTO modelo 43895 y HAGA modelo 43890. Las unidades de medida que se utilizaron estuvieron dadas en metros (Ver Anexo 1).

Para el rasgo de fenología foliar (FenFol), se utilizaron las categorías de: (1) Perennifolias, (2) Caducifolias, también se considera la categoría de Semiperennifolia ya que es el resultado de la mezcla entre las dos categorías, pero no se asignó ningún valor categórico, ya que se consideró solo nombrar a los grupos formados posteriormente en el dendrograma. La información de estos rasgos se realizó a través de la consulta a expertos relacionados en temas botánicos. Además se realizó recorridos quincenales por el área de estudio durante tres meses para observar registros fenológicos en relación a floración, fructificación, defoliación y foliación.

El rasgo hábito de crecimiento (HabCr) se categorizó en: (1) Árboles y (2) Arbustos, para ello se utilizó información bibliográfica presente en plataformas virtuales, especialistas en temas botánicos, como: Trópicos, The plant list, la consulta del catálogo de plantas del Ecuador y revisión de artículos científicos para complementar los registros.

Para la clasificación del rasgo agente dispersor (AgDis) se empleó categorías: (1) Anemocoria (viento), (2) Zoocoria (animales). Para esto se consideró las características morfológicas de las especies, a través de información secundaria como artículos científicos relacionados al tratamiento de semillas y caracterización de especies.

Toda la información que no se obtuvo en campo, sobre los diferentes rasgos, se complementó con información bibliográfica ya que para algunas de ellas, se necesitaba mayor tiempo para su evaluación (Ver Anexo 2).

Tabla 1. Categorías de los rasgos funcionales evaluados para especies de la zona intangible del PUEAR

<b>Rasgos</b>	<b>Atributos</b>	<b>Categoría/unidad</b>
<b>Altura</b>	Altura máxima	Metros
<b>Fenología Foliar</b>	Perennifolia	1
	Caducifolia	2
<b>Hábito de crecimiento</b>	Árbol	1
	Arbusto	2
<b>Agentes Dispersores</b>	Anemocoria	1
	Zoocoria	2

Fuente: Casanoves *et al.*, (2011).

La consulta a expertos se realizó a través de una lista de chequeo donde se registró todas las características morfológicas, fenológicas y de dispersión, utilizando el Método Delphi como técnica para la recolección de información (Reguant y Torrado, 2016). Una de las ventajas del método Delphi es que no revela las fuentes que dieron su criterio, dando así una seguridad de confidencialidad a los datos (Ruiz, Díaz y García, 2012). La información obtenida por este método se presenta en el Anexo 3.

#### **1.4. Determinación y caracterización de los tipos funcionales de plantas**

Con la información proporcionada en la matriz de rasgos del primer objetivo, se determinaron los tipos funcionales de plantas a través de un Análisis Multivariado. Para esto se realizó un análisis de conglomerados o dendrograma a partir de una matriz de objetos (especies) y atributos (rasgos). En el dendrograma usado para obtener los tipos

funcionales de plantas, cada rama pertenece a una especie, cuanto menor sea la prolongación de un par de ramas que enlaza dos especies, mayor es su semejanza a través del conjunto de rasgos considerados. Se probaron diferentes métodos y distancias y se seleccionó al que mayor coeficiente cofenético presentó, donde una similitud alta cercana a 1, demuestra gran similitud entre los individuos, y si presenta una similitud cercana a cero muestra que los individuos son diferentes (Chauza y Villa, 2011) Lodoño *et al.*, 2007).

El análisis de Conglomerados o Clúster permitió identificar grupos de objetos con características semejantes entre sí, además de los objetos pertenecientes a grupos diferentes que tuvieron un comportamiento distinto con respecto a las variables evaluadas (Salvador, 2001).

Una vez realizado la comparación de los grupos se procedió a identificar cuál de las variables analizadas proporciona o define a los grupos para ellos se procedió a realizar un análisis de componentes principales (ACP). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico InfoStat (2018).

### **1.5. Difusión de resultados a personas involucradas al sector forestal para su conocimiento y aplicación**

La difusión de los resultados se la realizó a través de un poster científico que se presentó durante la semana del estudiante que estuvo dirigido a toda la comunidad universitaria e interesada en el tema donde se expuso el tema principal de la investigación. La descripción de la investigación se realizó utilizando un flujograma de cada uno de los parámetros evaluados y analizados.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Identificación de rasgos funcionales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de las especies vegetales

En la zona de estudio se estableció la presencia de un total de 45 especies distribuidas en 29 familias (Ver Anexo 4), de donde se excluyeron 11 especies que presentaron una abundancia menor de tres individuos por hectárea incumpliendo con el número de abundancia establecido para este estudio. De esta manera se seleccionó a 34 especies vegetales agrupadas en 25 familias, donde la familia Rubiaceae y Araliaceae se caracteriza por presentar tres especies; mientras que las familias correspondientes a Asteraceae, Clusiaceae, Melastomataceae, Proteaceae y Rosaceae presentan dos especies; y las familias que presentan una sola especie son: Actinidiaceae, Adoxaceae, Betulaceae, Bignoniaceae, Chloranthaceae, Cletraceae, Cunnoniaceae, Ericaceae, Hypericaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Piperaceae, Primulaceae, Rhamnaceae, Siparunaceae y Urticaceae (Ver Anexo 5).

Para la representación de abundancia de especies, en la Figura 2, se muestra la curva de Witthaker, en donde se aprecia los rangos de abundancia de las especies más representativas, siendo *Palicourea amethystina* una de las de mayor abundancia con 165 ind/ha, seguida de *Phenax laevigatus* con 142 ind/ha y *Hedyosmum scabrum* con 93 ind/ha, mientras que dentro de las especies que presentan menor abundancia se encuentra *Eugenia orthostemon* con 3 ind/ha. En el Anexo 6 se muestran la abundancia de especies que se tomaron para el estudio de la presente investigación.

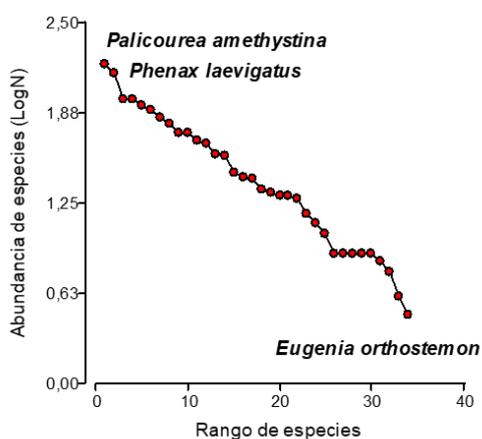


Figura 2. Curva de Witthaker de las especies vegetales de la zona intangible del PUEAR.

Los rasgos morfológicos, fisiológicos y fenológicos evaluados, el rasgo de altura máxima en las especies evaluadas, presenta un rango comprendido entre 6 a 14 m. Siendo las especies de *Cedrela motana*, *Cletra revoluta* y *Alnus acuminta* las dominantes en altura en el estrato arbóreo.

Para el rasgo fenología foliar el 88,24 % de las especies son perennifolias y el 11,76% son caducifolias. En el rasgo agente dispersor, se evidenció que el 82,35 % de las especies se caracteriza por tener una dispersión Zoócora, es decir la fauna cumple un rol importante para la diseminación de los frutos y semillas y el 17,65 % presenta una dispersión Anemócora, es decir el viento disemina las estructuras florales de las especies facilitando su dispersión.

El rasgo hábito de crecimiento, en las especies evaluadas no fue de gran relevancia al momento de asociar y formar los grupos funcionales, no presentó una correlación significativa con los demás rasgos evaluados. En la Tabla 2, se presenta un resumen porcentual con el valor de cada uno de los rasgos caracterizados en las especies.

Tabla 2. Porcentaje de especies de acuerdo a los rasgos evaluados.

Rasgos	Características	Nº especies	Porcentaje (%)
<b>Altura Máxima</b> (Amax)	6 – 14 m	34	100
<b>Fenología foliar</b> (FenFol)	Perennifolia	30	88,24
	Caducifolia	4	11,76
<b>Hábito de crecimiento</b> (HaCr)	Árbol	23	67,65
	Arbusto	11	32,35
<b>Agente dispersor</b> (AgDis)	Anemócora	6	17,65
	Zoocoria	28	82,35

Es importante mencionar que de los tres rasgos funcionales evaluados, la altura máxima presentó un coeficiente de variación del 22,11 %, siendo un valor bajo en la variabilidad que presentan las especies analizadas en este rasgo, es decir, mientras menor sea el coeficiente de variación (C.V) mayor será su homogeneidad.

#### 4.2. Determinación y caracterización de los tipos funcionales

Se definió dos tipos funcionales de plantas – TFP, basados en el análisis de conglomerados. De todos los métodos y distancias evaluadas, el método de agrupamiento Ward y distancia Gower, arrojó una relación cofenética de 0,916 considerado como un valor apto para la diferenciación de los grupos (Ver figura 3).

El tipo funcional uno (TFP1), se lo denominó como Perennifolio con dispersión zoócora, se encuentra formado por 24 especies se caracterizan por mantener sus hojas durante todo el año, donde el principal agente dispersor de sus semillas corresponde a la categoría zoócora. La categoría zoócora constituye un factor importante en este grupo pues aporta de manera significativa en la regeneración y colonización de especies dentro en la zona asegurando la conservación y permanencia de las mismas. La especie más representativa en abundancia dentro del grupo funcional es *Palicourea amethystina* con 165 ind/ha y se caracteriza porque la dispersión la realiza especialmente las aves.

El tipo funcional dos (TFP2), se lo denominó como Semiperennifolio con dispersión anemócora – zoócora, compuesto de diez especies, cuatro especies de fenología caducifolia y seis especies de fenología perennifolia. En lo que se refiere al agente dispersor seis especies estuvieron representadas por la categoría anemócora y cuatro por la categoría zoócora, la dispersión de semillas está representada por las dos categorías, esto se debe por la forma en que las especies presentan sus semillas y el tipo de dispersor que se relaciona con las mismas. Es importante recalcar que la especie con mayor abundancia dentro de este grupo funcional es *Clethra revoluta* con 93 ind/ha. Cada grupo se encuentra diferenciado por las especies y rasgos que los relacionan entre sí, presentando sus características en la Tabla 3.

Es de gran importancia describir que el agente dispersor zoócora, en este estudio es predominante dentro de las especies con un 82.35 %, siendo un rasgo de gran importancia el cual utilizan la mayor parte de especies para la dispersión de sus semillas dentro del sotobosque y que, además actúan como principales agentes colonizadores y regeneradores asegurando la conservación de las mismas.

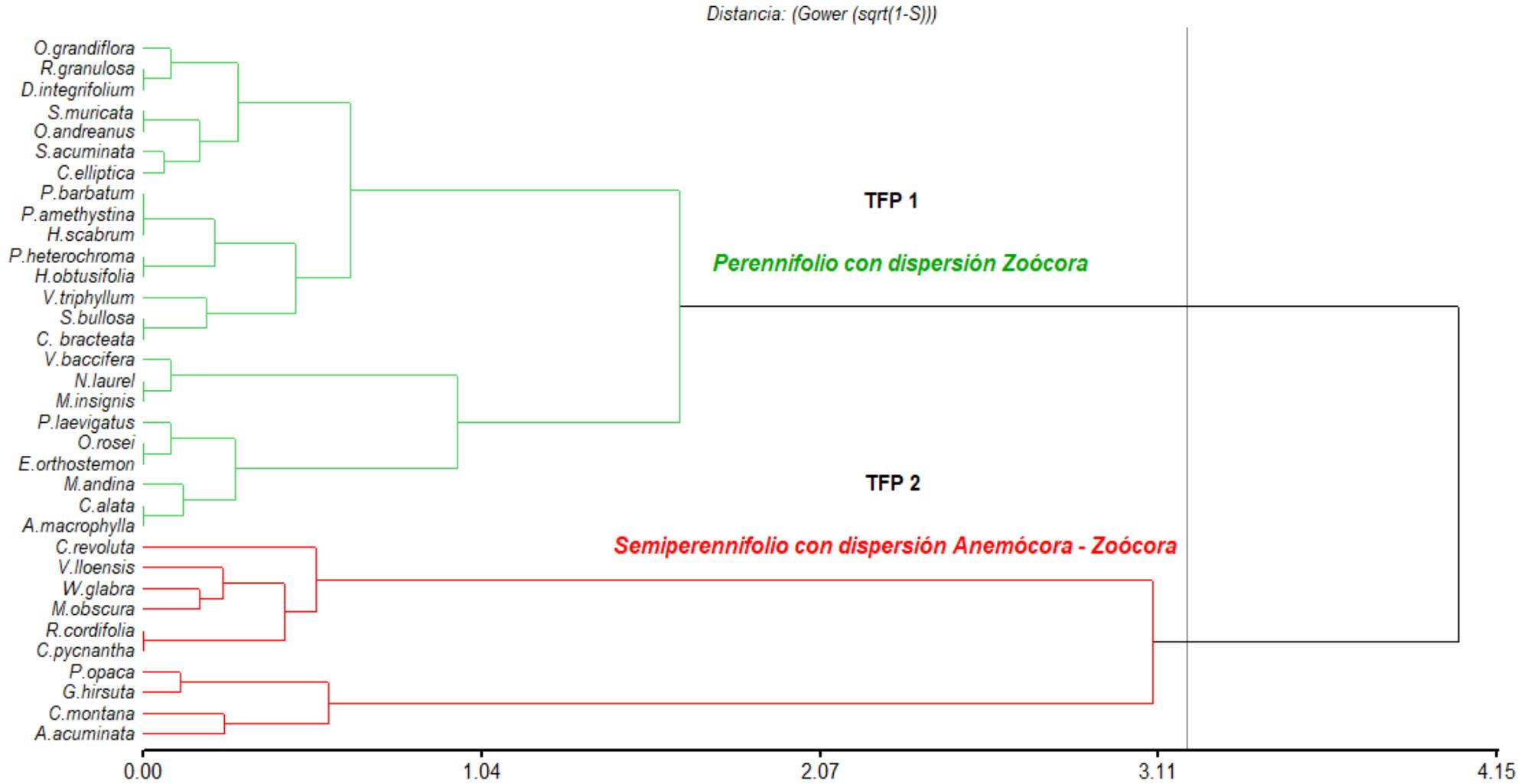


Figura 3. Análisis cluster o dendrograma, basado en el método de Ward y distancia *Gower* a partir de los rasgos funcionales: altura máxima, fenología foliar y manifestaciones de dispersión.

Tabla 3. Descripción de rasgos característicos de variables evaluados que conforman los Tipos Funcionales TFP 1 y TFP 2 de plantas.

Tipos Funcionales	Especies	Características Generales
TFP: 1 Perennifolio con dispersión zoócora	<p><i>Viburnum triphyllum</i>, <i>Delostoma integrifolium</i>, <i>Piper barbatum</i>, <i>Oreocallis grandiflora</i>, <i>Hesperomeles obtusifolia</i>, <i>Palicourea amethystina</i>, <i>Palicourea heterochroma</i>, <i>Phenax laevigatus</i>, <i>Cavendishia bracteata</i>, <i>Vismia baccifera</i>, <i>Nectandra laurel</i>, <i>Morus insignis</i>, <i>Axinaea macrophylla</i>, <i>Saurauia bullosa</i>, <i>Schefflera acuminata</i>, <i>Oreopanax andreanus</i>, <i>Oreopanax rosei</i>, <i>Hedyosmum scabrum</i>, <i>Clusia alata</i>, <i>Clusia elliptica</i>, <i>Eugenia orthostemon</i>, <i>Rhamnus granulosa</i>, <i>Siparuna muricata</i>, <i>Myrsine andina</i></p>	<p>Tipo funcional establecido (100 %) Perennifolio, con altura promedio de 8,60 m; su dispersión de semillas está dada en un 100% por animales.</p>
TFP: 2 Semiperennifolio con dispersión anemócora-zoócora	<p><i>Critoniopsis pycnantha</i>, <i>Alnus acuminata</i>, <i>Weinmannia glabra</i>, <i>Cedrela montana</i>, <i>Prunus opaca</i>, <i>Guettarda hirsuta</i>, <i>Roupala cordifolia</i>, <i>Miconia obscura</i>, <i>Verbesina lloensis</i>, <i>Clethra revoluta</i>.</p>	<p>Tipo funcional denominado como Semiperennifolio de dispersión Zoocoria-Anemocoria, presenta una fenología foliar del (60 %) Perennifolio y (40 %) Caducifolio; su dispersión de semillas está dada en un (60 %) por el viento y el (40 %) por animales</p>

El análisis de componentes principales (ACP), permitió visualizar el aporte que realizan los rasgos a la definición de los TFP. El componente principal dos (CP2), separa la variable agente dispersor (AgDis) del resto de las variables, permitiendo entender que la mayor correlación de especies se encuentran dentro de este componente, a diferencia de la altura máxima (Amax) y fenología foliar (FenFol) que están muy correlacionadas dentro del componente principal uno (CP1). Como se mencionó anteriormente la variable hábito de crecimiento (HaCr), no presentó mayor significancia al momento del análisis de componentes por lo tanto se lo excluyó definitivamente del estudio en esta investigación (Ver figura 4). Es así que con dos componentes principales es posible explicar el 88,4 % de la variación total de los resultados obtenidos e interpretar que el 11.6 % restante puede estar relacionada a otras variables que no fueron incluidas dentro de este estudio.

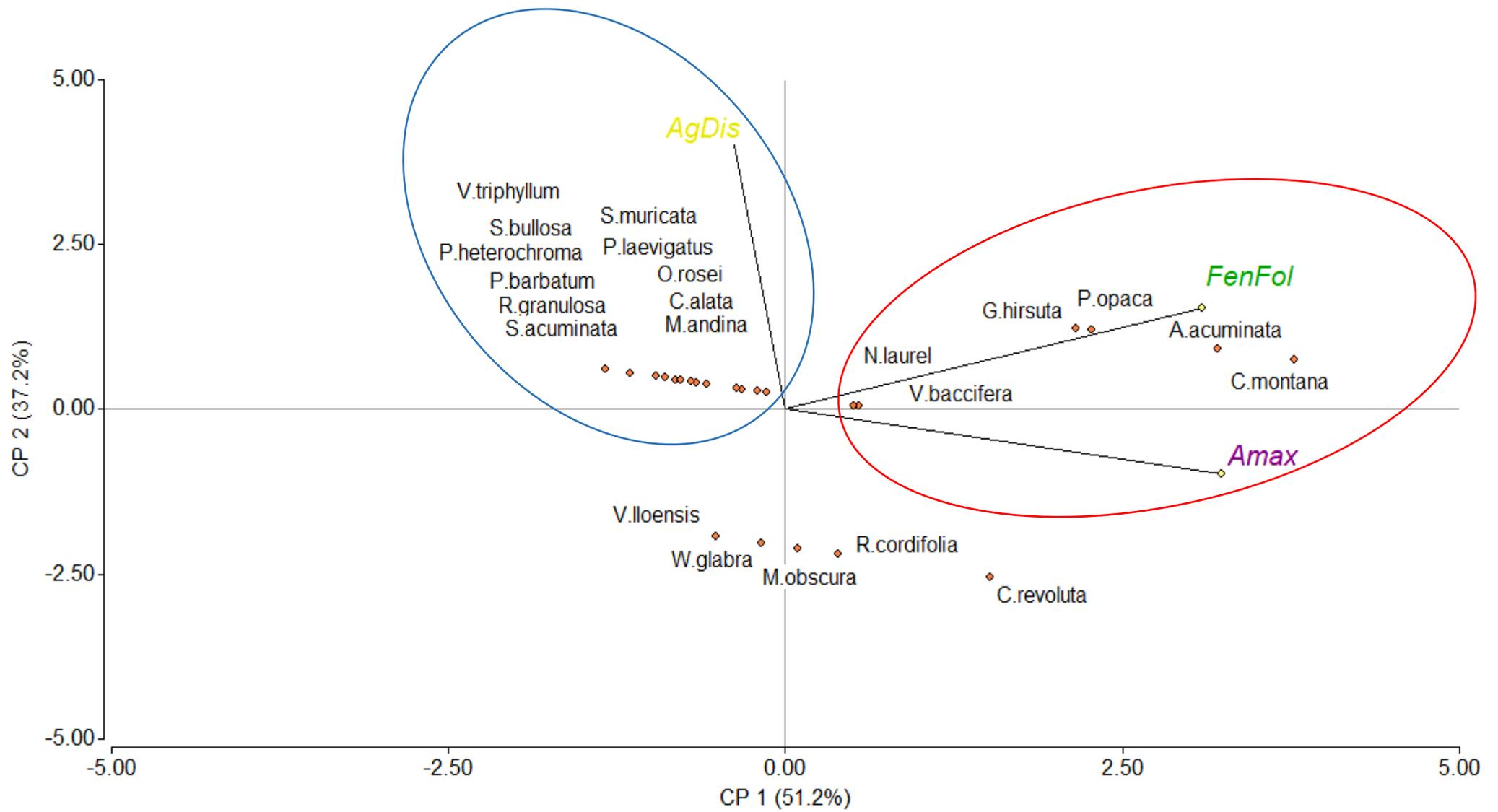


Figura 4. Análisis de componentes principales de especies vegetales de la zona intangible del PUEAR, los círculos indican la relación especie-rasgo.

Los autovectores e1 y e2, dentro del componente principal muestran los coeficientes con los que cada variable fue ponderada para poder conformar los componentes principales 1 y 2; visualizando que para la construcción del CP1, la variable altura máxima y fenología foliar presentan el peso positivo más alto de correlación y para el CP2 la correlación positiva más alta está asociada con la variable de dispersión (Ver tabla 4).

Tabla 4. Autovectores y dirección de la variabilidad

<b>Rasgo Funcional</b>	<b>e1*</b>	<b>e2</b>
Amax	0,72	-0,22
FenFol	0,69	0,34
AgDis	-0,09	0,92

\*Los autovectores, resumen la información en términos de variabilidad y expresando la dirección de la misma (Balzarini *et al.*, 2015), autovectores e1 y e2. Rasgos: altura máxima (Amax), fenología foliar (FenFol), agente dispersor (AgDis).

De acuerdo al ANAVAM, existen diferencias significativas con valor de  $p < 0,0001$  entre el TFP 1 y TFP 2, ver tabla 5.

Tabla 5. Matriz de covarianzas común, prueba de Hotelling Alfa=0,05

<b>Conglomerado</b>	<b>Amax</b>	<b>FenFol</b>	<b>AgDis</b>	<b>n</b>	
1	8.77	1.21	1.70	33	a*
2	6.48	1.00	2.00	12	b

\*Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Rasgos: altura máxima (Amax), fenología foliar (FenFol), agente dispersor (AgDis).



## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Rasgos funcionales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos de especies vegetales

Los rasgos fenología foliar, altura máxima, hábito de crecimiento y dispersión de semillas, están comprendidas como características que presentan las plantas dentro de un ecosistema, son prácticos de usarlos al momento de ejecutar un estudio de funcionalidad. Para la evaluación de estas variables, su medición en campo es fácil de realizarla pero, en otros rasgos puede llegar a ser complejas ya que el factor tiempo es una limitante. Estos rasgos también pueden ser considerados como rasgos de respuesta ante perturbaciones. Westoby, Falster, Moles, Vesk y Wright (2002) describen algunas estrategias ecológicas de las especies vegetales utilizadas para el análisis de funcionalidad, por ejemplo: rasgos de las hojas como el área foliar siendo específica o de longevidad; rasgos de madera, está relacionada con el transporte de agua con nutrientes y su resistencia a cambios de temperatura; rasgos radiculares, asociándose con el transporte y almacenamiento de sustancias y el soporte mecánico; rasgos regenerativos, estos son vegetativos o clonalidad y sexuales como la producción de semillas, estos dos aportan al potencial de dispersión y establecimiento de nuevos individuos; y, rasgos morfológicos, estos conforman el crecimiento y altura máxima. Entonces se evidencia que existen múltiples rasgos que pueden ser evaluados y que explican las funciones que cumplen en el ecosistema en donde se desarrollan.

En esta investigación, la evaluación de rasgos funcionales se realizó a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos (Altura máxima, fenología foliar, agente Dispersor), que permitieron evaluar las características que presentan las especies en el ecosistema, así como sus mecanismos de dispersión que utilizan para colonizar nuevos sitios a través de sus semillas, Osinaga *et al.*, (2014) describen y caracterizan, grupos funcionales a través de rasgos de especies de árboles, para monitorear la diversidad vegetal y carbono en bosques andinos, los cuales permitieron reflejar el comportamiento ecológico de las especies, así como también definir estrategias para la conservación de comunidades vegetales como lo explica Cornelissen *et al.*, (2003) y Salgado y Paz (2016) en sus protocolos para definir grupos funcionales.

El uso de rasgos funcionales para el estudio de la diversidad funcional y el manejo de los recursos naturales, constituye una metodología que aporta de manera significativa al estudio de ecosistemas boscosos, mostrando cómo las especies vegetales reaccionan de maneras distintas o similares ante los estímulos que se provocan en un ecosistema, de igual manera, en la forma como éstas aprovechan los recursos existentes en el medio donde se desarrollan. Por ello la clasificación de grupos funcionales es un procedimiento muy útil para explicar y entender de mejor manera la diversidad funcional, es así que Mason *et al.*, (2005) mencionan que la diversidad funcional no puede resumirse en un solo índice, más bien se debe estimar de manera individual cada uno de los componentes que constituyen la diversidad funcional siendo estas: riqueza funcional, equitatividad funcional, divergencia funcional y la especialización funcional, con esto se puede obtener un mejor detalle de los mecanismos que están relacionando y aportan al estudio la diversidad funcional.

El rasgo de mayor valor significativo en la formación de los grupos funcionales dentro de esta investigación estuvo dada por el agente de dispersión zoócora, en especial por la ingestión de las semillas por parte de aves y mamíferos. Ésta categoría fue muy común en las especies de este estudio, indicando un porcentaje mayor al 80% en los dos grupos funcionales. La principal característica por la que se da la dispersión por este medio, es que las especies presentan frutos carnosos coloridos en forma de bayas y drupas por lo que los animales se sienten atraídos para su consumo, como fuente de alimento como lo mencionan Salazar, Mateo y León, (2013) en un estudio de diversidad. Es importante recalcar que muchos de los frutos que son ingeridos por los animales contienen semillas que después de un proceso de digestión, vuelven a encontrarse intactas y en algunos de los casos más viables (Zunino y Zullini, 2003). Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los expuestos por Enríquez (2017), en un estudio de funcionalidad para restauración en el sur del Ecuador, donde al momento de realizar la evaluación de todas las variables que se utilizaron, el síndrome de dispersión zoócora estuvo presente en más del 81 % de las especies de estudio como rasgo funcional predominante, siendo un dato importante al momento de conformar los grupos funcionales.

La clasificación de las especies en tipos funcionales, considera como base a los rasgos o atributos que presentan las especies, quienes juegan un rol importante en la

dinamización funcional de un ecosistema. Estos análisis se encuentran direccionados con la relación que existe entre características funcionales y variables ecológicas que presentan cada una de las especies al momento de realizar procesos ecosistémicos. Así, Díaz y Cabido (2001); Gondard *et al.*, (2003) mencionan que la formación de tipos funcionales, a través de agrupaciones de especies, al momento de ser evaluadas y analizadas presentan características semejantes o similares, sirviendo como una herramienta adecuada para realizar un diagnóstico y manejo dentro de una comunidad ecosistémica.

## **5.2. Determinación y caracterización de los tipos funcionales**

Los dos tipos funcionales (TFP) identificados en la presente investigación y que, son estadísticamente significativos, muestran los atributos o rasgos que diferencian a los grupos funcionales, los cuales desde el punto de vista funcional están relacionados con estrategias de regeneración (dispersión) y conservación (fenología- altura máxima), la importancia de cada uno de los atributos durante el agrupamiento se ve reflejada en los resultados de asociación de especies a las variables evaluadas, además de las diferencias que existe respecto a la abundancia de individuos por especies dentro de los grupos funcionales. Similares resultados presenta por González (2017) quien muestra que para un bosque secundario los rasgos como: la forma de crecimiento, modo de dispersión y fenología foliar presentan diferencias significativas al momento de su evaluación y agrupamiento por lo que contribuye de manera clara a la definición de los tipos funcionales se encuentran dentro de este bosque secundario.

El hábito de crecimiento no fue determinante al momento de la formación de los grupos funcionales dentro de este estudio, esta variable no permitió definirlos claramente, provocando así una confusión dentro del análisis estadístico, esto puede ser por el tamaño de muestra o por característica de los otros rasgos los cuales no compartieron semejanzas. A diferencia de otros estudios realizados por Rodríguez y Santamaría (2019) en un estudio de funcionalidad a través de rasgos en un bosque alto andino, donde la variable Hábito de crecimiento, junto a otras variables como gremio ecológico, tipos de frutos, banco de semillas, área foliar, densidad de madera, entre otras es considerada de gran significancia ya que comparten características semejantes al momento de formar grupos funcionales.

En esta investigación se demuestra que los estudios de ecología funcional, son de gran importancia ya que permiten reconocer rasgos o atributos que presentan las especies dentro de un ecosistema y de cómo estas se relacionan entre sí, brindando una mejor visión para el manejo y conservación de zonas de protección. En Ecuador y en especial en la región Sur, existen pocas investigaciones conocidas sobre funcionalidad de los bosques, como la realizada por Enriquez (2017) que describe el papel que desempeñan los grupos funcionales en la restauración de los paisajes de la región sur del Ecuador, dando así una perspectiva a futuro de que el uso de estudios de funcionalidad, son una herramienta necesaria para evaluar y entender de mejor manera el estado en que se encuentran los ecosistemas. Situación que difiere en el aspecto internacional en donde países como Colombia, Costa Rica, y otros han venido aplicando el enfoque de diversidad y/o ecología funcional, a través del estudio de rasgos o atributos ecológicos, aportando de manera significativa al desarrollo de metodologías y conocimiento de la respuesta de las especies a los cambios que se presentan en los ecosistemas.

## 6. CONCLUSIONES

- Los rasgos funcionales de las especies a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos como la fenología foliar, agente dispersor y altura máxima, registradas en la zona intangible del PUEAR y en base a la abundancia que presentan las especies, constituyen un indicador clave que contribuyen analizar y entender las relaciones funcionales y ecológicas que ocurren dentro de una comunidad vegetal, a través de la evaluación de los atributos o rasgos funcionales.
- El tipo funcional uno (TFP1), se caracteriza por la agrupación y presencia de especies en donde los rasgos de fenología foliar son perennifolios mientras que la dispersión de las semillas es controlada por la fauna de la zona. En cambio, el tipo funcional dos (TFP2), muestra un grupo de especies semiperennifolio y en donde la dispersión es controlada tanto por el viento como por la fauna.
- El aporte del síndrome de dispersión anemócoro y zoócoro en el Bosque Montano del PUEAR y la relación que muestran las especies vegetales a esta variable, se consideran como base principal para asegurar el éxito reproductivo de las especies, debido que las funciones que realizan dentro del bosque son claves para la continuidad de las mismas a lo largo del tiempo.

## 7. RECOMENDACIONES

- Incluir otras variables como rasgos funcionales que contribuyan a brindar mayor información sobre la ecología y grado de respuesta de las especies por ejemplo: densidad de madera, área foliar, área foliar específica, nitrógeno y fósforo foliar, clonalidad entre otros y que son relevantes al momento de realizar estudios de funcionalidad.
- Al momento de elegir las variables de estudio, considerar el tiempo que se necesita para la recolección de datos en campo, esto puede conllevar demasiado tiempo, ya que algunas variables necesitan de un monitoreo constante y a largo plazo.
- Realizar estudios de diversidad funcional en otros grupos como anfibios o aves, ayudaría a contribuir con información clave para comprender de mejor manera los mecanismos de dispersión que puedan presentarse en especies vegetales y así asegurar su conservación.
- Realizar estudios de funcionalidad en zonas bajo diferentes estados de conservación, para comprender como las especies se comportan y reaccionan ante estímulos provocados por cambios que se dan en la vegetación.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2018). Biodiversidad Ecuatoriana estrategias, herramientas e instrumentos para su manejo y conservación. Primera Edición. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Aguirre, Z., Aguirre, N. y Johana, M. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*. 24. 523 - 542. 10.22497/arnaldoa.242.24206.
- Aguirre, Z., Cabrera, O., Maza, B. (2001). Bosque montano del Parque Nacional Podocarpus. Loja-Ecuador
- Aguirre, Z., Yaguana, C. y Gaona, T. (2016). Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador, p 27.
- Alarcón, A. (2019). Efecto de los rasgos funcionales de especies forestales con las características edafológicas de un bosque andino del Ecuador. Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. IASA I. Campus El Prado.
- Arguedas, S. (2010). Lineamientos técnicos y metodológicos para la elaboración de Planes de Gestión en Áreas Protegidas de América Latina. Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas y Universidad para la Cooperación Internacional. Costa Rica.
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Margot, T., Gonzalez, L., Bruno, C., Córdoba, M., Walter, R. y Casanoves, F. (2015). Estadística y Biometría Ilustraciones del Uso de InfoStat en Problemas de Agronomía.
- Bellwood, D., Wainwright, P., Fulton, C. y Hoey, A. (2006). Functional diversity supports coral reef biodiversity. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*. 273. 101-7. 10.1098/rspb.2005.3276.
- Bermeo, D. (2010). Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 126 p.

- Bunn, W., Jenkin, M., Brown, C. y Sanders, N. (2010). Change within and among forest communities: the influence of historic disturbance, environmental gradients, and community attributes. *Ecography*: 425-434.
- Bustán, G., Raúl, F., Bustán, P., & Maribel, S. (2012). Propuesta De Fomento Del Aviturismo En El Parque Universitario De Educación Ambiental Y Recreación “Ing. Francisco Vivar Castro” De La Ciudad De Loja (Bachelor's thesis).
- Cabrera, M. y Ordoñez, O. (2004). Fenología, Almacenamiento de Semillas y Propagación a Nivel de Vivero de Diez Especies Forestales Nativas del Sur de la Corporación de desarrollo forestal y maderero del Ecuador/OIMT.1997. Manual para la producción de Nogal. Ecuador. 47 p. Ecuador. Tesis de Ingeniería Forestal. Loja-Ecuador. p136.
- Cárcamo, P., Garay, R., Squeo, F. y Gaymer, C. (2014). Using stakeholders' perspective of ecosystem services and biodiversity features to plan a marine protected area. *Environmental Science & Policy* 40, 116-131.
- Casanoves, F., Pla, L. y Di Rienzo, J. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. CATIE. Informe Técnico no. 384. 105 p.
- Castellanos, C., y Bonilla, M. (2011). Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque alto andino. *Acta Biológica Colombiana*, 16 (1), 153-174.
- Chapin, F., Zavaleta, E., Eviner, V., Naylor, R., Vitousek, P., Reynolds, H., Hooper, D., Lavorel, S., Sala, O., Hobbie, S., Mack, M., y Díaz, S. (2000). Consequences of hanging biodiversity. *Nature* 405:234-242.
- Chauza, L. y Villa E. (2011). Análisis de conglomerados comparando el coeficiente de similaridad de gower y el método análisis factorial múltiple para el tratamiento de tablas mixtas: Aplicado al diagnóstico del PDA para la caracterización de los municipios del Valle del Cauca [recurso electrónico] (Doctoral dissertation).
- Chave, J., Muller, H., Baker, T., Easdale, T., ter Steege, H. y Webb, C. (2006). Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. *Ecological applications*. 16(6): 2356–67.

- Clark, D. (2007). Detecting Tropical Forests' Responses to Global Climatic and Atmospheric Change: Current Challenges and a Way Forward. *Biotropica* 39 (1), 4-19.
- Córdova, F. y Zambrano, L. (2015). La diversidad funcional en la ecología de comunidades. *Ecosistemas*. 24. 78-87. 10.7818/ECOS.2015.24-3.10.
- Cornelissen, J., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, DE., Reich, PB., ter Steege, H., Morgan, H., van der Heijden, M., Pausas, J. y Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51: 335-380.
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. y Balslev, H. (2008). Enciclopedia de Plantas Útiles del Ecuador.
- Díaz, S., Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution* 16(11): 646-655.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin II, F. y Tilman, D. (2006) La pérdida de biodiversidad amenaza el bienestar humano. *PLoS Biol* 4 (8): e277. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040277>
- Diaz, S., Lavorel, S., Chapin III, F., Teco, P., Gurvich, D., y Grigulis, K. (2007). In: Canadell JG, Pataki D, Pitelka L (eds). *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. The IGBP Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Dudley, N. Editor. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. UICN. Gland, Suiza.
- Elbers, J. Editor. (2011). Las áreas protegidas de América Latina: Situación actual y perspectivas para el futuro. UICN. Quito, Ecuador.
- Enriquez, V. (2017). Grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur de Ecuador. Tesis Ing. Manejo y conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja. 79p. disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/19053>
- Falster, D; Westoby, M. (2003). Plant height and evolutionary games. *Trends in Ecology and Evolution* 18 (7): 337-343.

- Felsenstein, J. (1985). Phylogenies and the comparative method. *The American Naturalist* 25 (1): 1-15.
- Fonseca, C. y Ganade, G. (2001). Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology* 89: 118-125.
- Gondard, H., Jauffret, S., Aronson, J. y Lavorel, S. (2003). Plant functional types: a promising tool for management and restoration of degraded lands. *Applied Vegetation Science* 6: 223-234.
- González, (2005). Estudio Etnobotánico y Propagación Vegetativa Del Cucharillo (*Oreocallis grandiflora*), Valeriana (*Valeriana microphylla*) y Payama (*Bejaria resinosa*) Del cerro Colambo cantón Gonzanamá. Tesis Ing. For. Universidad Nacional de Loja. AARNR. Loja, Ec. 37-44p.
- Gonzales, L. (2017). Análisis de la diversidad funcional de un bosque secundario en el departamento de cordillera, Paraguay. Tesis Mg. Sc Universidad Nacional de Asunción, CONACYT. San Lorenzo. 103p.
- Granizo, T et al., (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. TNC y USAID. Quito, Ecuador.
- Herrera, C. 1985. Determinants of plant-animal coevolution: the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates. *Oikos* 132-141 pp
- Hooper, D., Solan, M., Symstad, A., Díaz, S. y Gessner et al. (2002). Species diversity, functional diversity, and ecosystem functioning, en M. Loreau, S. Naeem y P. Inchausti (eds.), *Biodiversity and ecosystem functioning: Synthesis and perspectives*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 195-208
- Hooper, D., Chapin, F., Ewel, J., Héctor, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J., Lodge, D., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A., Vandermeer, J. y Wardle, D. (2005). "Efectos de la biodiversidad en el funcionamiento de los ecosistemas: un consenso del conocimiento actual". *Monografías ecológicas* 75 (1): 3-35.
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology & Evolution* 15(2): 56-61.

- InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Japón, P. (2009). Etnobotánica de cuatro comunidades indígenas de Saraguro (Bachelor's thesis).
- Laliberté, E. y Legendre, P. (2010). A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology* 91(1): 299-305
- Lavorel, S y Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16: 545-556.
- Londoño, G., Lavalett, L., Galindo, P., y Afanador, L. (2007): Uso de métodos multivariantes para la agrupación de aislamientos de *Colletotrichum* spp con base en características morfológicas y culturales. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 60: 3671-3690.
- Loreau, M. y Hector, A. (2001). Application of partitioning method to complex functional traits. *Methods in Ecology and Evolution*.
- Lorenzi, S. y Borrini, G. “Special Protected Area Types: Indigenous and Community Conserved Areas Case study: Natural Park of the Ampezzo Dolomites (Italy)”, Annex to Lausche, (2011).
- Lozano, P., Delgado T. y Z. Aguirre, M. (2003). Estado Actual de la Flora Endémica Exclusiva y su Distribución en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus. Publicaciones de la Fundación Ecuatoriana para la Investigación y Desarrollo de la Botánica. Loja, Ecuador. p. 1-180.
- Mace, G., Norris, K., y Fitter, A. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27(1), 19-26.
- Martí, M., Palacio, S., y Milla, R. (2004). Fenología y características funcionales de las plantas leñosas mediterráneas. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Madrid, España. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF*, 129-162.

- Martín, B., González, J., Díaz, S., Castro, I., y García-Llorente, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Revista Ecosistemas*, 16(3).
- Martín, B., Montes, C. y Benayas, J. (2007) The non-economic motives behind the willingness to pay for biodiversity conservation. *Biological Conservation*. 139: 67-82.
- Mason, N., Mouillot, D., Lee, W. y Wilson, B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos* 111: 112-118.
- McGill, B., Enquist, B., Weiher, E., y Westoby, M. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in ecology & evolution*, 21(4), 178-185.
- Miller, K. (1980). Un método práctico para la planificación de Parques Nacionales. Madrid, FEPMA.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, p 235.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2014). Quinto informe nacional para el convenio sobre la biodiversidad biológica. (pp. 110). Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT. (FAO). (2015). Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Quito
- Montes, C., Parrado, Á., y Álvarez, E. (2017). Tipos funcionales de plantas como estimadores de carbono en bosque seco del Caribe colombiano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88 (1), 1-9.
- Montilla, L., Castillo, R y Soler, F. (2019). Universidad, biodiversidad y formación ambiental. 10.13140/RG.2.2.29636.88969.
- Mouchet, M. A., Villéger, S., Mason, N. W., y Mouillot, D. (2010). Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*, 24(4), 867-876.

- Natividad, M. (2012). Caracterización de fuentes Semilleras para uso Sostenible y Conservación de Recursos Forestales de los Bosques Andinos de Loja, Ecuador. Tesis Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad, Turrialba, Costa Rica. 36p.
- Ordoñez, O. y Lalama, K. (2006). Experiencias Del Manejo Apícola En Uritusinga Loja Ecuador Disponible en: [http://www.asocam.org/biblioteca/ECOBONA\\_0288.pdf](http://www.asocam.org/biblioteca/ECOBONA_0288.pdf)
- Osinaga, O., Báez, S., Cuesta, F., Malizia, A., Carrilla, J., Aguirre, N. y Malizia, L. (2014). Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos- Protocolo extendido. Protocolo 2 - Versión 1. CONDESAN / IER-UNT / COSUDE. Quito, Ecuador
- Pérez, N., S. Díaz, E. Garnier, S. Lavorel, H. Poorter, P. Jaureguiberry, M. S. Bret-Harte, W. K. Cornwell, J. Craine, D. Gurvich, et al., (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 61:167-234.
- Petchey, O., Gorman, E. y Flynn, D. (2009). Una guía funcional para medidas de diversidad funcional. Biodiversidad, funcionamiento del ecosistema y bienestar humano Naem S., Bunker, D., Hector, A., Loreau, M., Perrings, C., eds. *Oxford University Press, Oxford* , 49-59.
- Red Nacional De Jardines Botánicos. (2008). Cedrela montana Moritz ex Turcz. Disponible en: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1022&method=displayAAT> (Consultado 16.11. 2010).
- Reguant, M. y Torrado, M. (2016). El método Delphi. REIRE. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9(1), 87-102.
- Reyes, B. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano del parque universitario " Francisco Vivar Castro" provincia de Loja (Bachelor's thesis, Loja).
- Robleto, J. (2002). Ecofisiología de especies caducifolias y perennifolias relacionadas filogenéticamente (Doctoral dissertation, Universidad de Córdoba).

- Rodríguez, W y Santamaría, C. (2019). Identificación De Rasgos Funcionales De Especies Vegetales Del Bosque Altoandino y Páramo Relacionados Con Su Respuesta Regenerativa Postfuego.
- Rojas, P. (2012). Evaluación del manejo, cumplimiento de objetivos y actualización del plan de manejo del puear (Bachelor's thesis).
- Rojas, R., Stiles, F. y Muñoz, Y. (2012). Frugivoría y dispersión de semillas de la palma *Oenocarpus bataua* (Arecaceae) en un bosque de los Andes colombianos. *Revista de Biología Tropical*, 60 (4), 1445-1461.
- Rosenfeld, J. (2002). Redundancia funcional en ecología y conservación. *Oikos*, 98 (1), 156-162.
- Ruiz, A., Urbina, J. (2011). Dispersión de semillas por aves frugívoras: una revisión de estudios de la región neotropical. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Disponible en: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/8847/1/tesis790.pdf>, consultado el 25/09/2019.
- Ruiz, J., Boucher, D., Chaves, L., Ingram, C., Guillén, D., Tórrez, R. y Maratínez, O. (2010). Ecological consequences of primary and secondary seed dispersal on seed and seedling fate of *Dipteryx oleifera* (Fabaceae). *Revista de biología tropical* 58(3): 991 1007.
- Ruiz, M., Díaz, L., y García, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Investigación en educación médica*, 1(2), 90-95.
- Ruiz, O. (2013). Impacto potencial del cambio climático en bosques de un gradiente altitudinal a través de rasgos funcionales. Tesis Mg. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 2013. 116 p.
- Salazar, J., Mateo, A. y León, Y. (2013). Diversidad de Plantas Leñosas y Síndrome de Dispersión de diásporas en Fondo Paradí, Parque Nacional Jaragua, República Dominicana (Woody Plant Diversity and Diaspores dispersal syndrome in Fondo Paradi, Parque Nacional Jaragua, Dominican Republic). *Anuario de Investigaciones Científicas* 2(1):6-17.

- Salgado, B. (2007). Definición de tipos funcionales de especies arbóreas y caracterización de su respuesta a diferentes intensidades de perturbación en un bosque muy húmedo tropical mesoamericano (No. Thesis S164d). CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- Salgado, B. y Paz, H. (2015). Escalando de los rasgos funcionales a procesos poblacionales, comunitarios y ecosistémicos. pp 12-35. En: Salgado-Negret, B. (ed). La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp.
- Salmerón, A., González, A., y Geadá, G. (2016). Tipos funcionales de plantas según su respuesta a las perturbaciones en un bosque semideciduo micrófilo costero de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 37(1), 135-145. Disponible: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000100013>
- Salvador, M. (2001). "Análisis de conglomerados o cluster", [en línea] 5campus.org, Estadística. Disponible en: <http://www.5campus.org/leccion/cluster>.
- Schupp, E., Jordano, P., y Gómez, J. (2010). Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*, 188(2), 333-353.
- Swenson, H. y Enquist, B. (2007). Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its community-wide variation across latitude and elevation. *American Journal of Botany* 94 (3): 451-459.
- Tilman, D. (2001). Diversidad funcional. Enciclopedia de la biodiversidad, 3 (1), 109-120.
- UICN. (1998). Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegidas. CPNAP con la ayuda de WCMC. UICN. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Valdés, M., Méndez, F., Calva, E., Maldonado, M., Sandoval, R., Hernández, J., Hernández, I., Mota, R., Mena, J., Valdivia, S., Figueroa, L. y Vázquez, J. (2019). Estudio regional de biodiversidad y propuesta de mejores prácticas de manejo para la conservación de la biodiversidad.

- Van der Pijl, L. (1972). *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Springer, Berlin Heidelberg. Nueva York.
- Varela, M., Díaz, L., y García, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Revista Investigación en Educación Médica*, 1(2), 90-95.
- Vargas, H., Neill, D., Asanza, M., Freire, A., y Narváez, E. (2000). Biodiversidad en el Parque Nacional Llanganates: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. Ecociencia, Ministerio del Ambiente, Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Herbario Nacional del Ecuador, Instituto Internacional de Reconstrucción Rural. Quito.
- Villéger, S., Mason, N. y Mouillot, D. (2008). Nuevos índices de diversidad funcional multidimensional para un marco multifacético en ecología funcional. *Ecología*, 89 (8), 2290-2301.
- Villéger, S., Miranda, J., Hernández, D., y Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological applications*, 20(6), 1512-1522.
- Violle, C., Navas, M., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., y Garnier, E. (2007). Let the Concept of Trait Be Functional! *Oikos*, 116(5), 882-892. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40235131>
- Walker, B. (1992). Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation biology*, 6(1), 18-23.
- Walker, B. (1995). Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology* 9:747-752.
- Wang, B. y Smith, T. (2002). Closing the seed dispersal loop. *Trends Ecol. Evol.* 17:379-385.
- Westoby, M., Falster, D., Moles, A., Vesk, P., y Wright, I. (2002). Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annual review of ecology and systematics*, 33(1), 125-159.
- Zunino, M., y Zullini, A. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución* (No. QH 106.5. Z8518 2003). México^ eD. FDF: Fondo de Cultura Económica.

Enlaces web:

- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. (2019). Recuperado de:  
<http://www.tropicos.org>
- The Plant List (2013). Version 1.1. Recuperado de: <http://www.theplantlist.org/>

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Base de datos de alturas de las especies vegetales presentes en la zona de estudio.

Nº	Especie	Altura (m)
1	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	6.5
2	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth	6
3	<i>Schefflera acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Harms	7.7
4	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	8.7
5	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	8
6	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	10
7	<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	7.6
8	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	12.5
9	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	7.5
10	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	7.2
11	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	13
12	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	9
13	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	7.8
14	<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	8.5
15	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	6.5
16	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	10.9
17	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	11
18	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	9.2
19	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	9
20	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	14
21	<i>Morus insignis</i> Bureau	11
22	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	8.7
23	<i>Piper barbatum</i> Kunth	7.2
24	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	9.2
25	<i>Roupala cordifolia</i> I.M. Johnst.	10
26	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	7.4
27	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. Ex M.C. Johnst.	7.5
28	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	10
29	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	7
30	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	7.2
31	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	7
32	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	9.7
33	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	8
34	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	8.6

Anexo 2. Fuentes bibliográficas para el estudio de las especies vegetales utilizadas en la presente investigación.

<b>Especie</b>	<b>Bibliografía citada</b>
<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	(MAE & FAO, 2015) - (Vargas, Neill, Asanza, Freire y Narváez, 2000)
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth	(Japón, 2009)
<i>Schefflera acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Harms	The Plant List (2013)
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Consulta a expertos
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	Consulta a expertos
<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	Consulta a expertos
<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	Consulta a expertos
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	(Mahecha et al. 2004, citado por Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008) - (MAE & FAO, 2015) – (Natividad, 2012)
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Trópicos (2019)- The Plant List (2013)
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Consulta a expertos
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	(Natividad, 2012)
<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	Consulta a expertos
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	Consulta a expertos
<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	(Ordoñez y Lalama 2006)
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Consulta a expertos
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	(MAE & FAO, 2015)
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	(MAE & FAO, 2015)
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Trópicos (2019)- The Plant List (2013)
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Consulta a expertos
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	(Mahecha et al. 2004, citado por Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008) - (Natividad, 2012)
<i>Morus insignis</i> Bureau	(Vargas et al., 2000)
<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	(De la Torre et al., 2008)
<i>Piper barbatum</i> Kunth	(De la Torre et al., 2008)
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	(Natividad, 2012) – (Killeen et al., 1993)
<i>Roupala cordifolia</i> I.M. Johnst.	Consulta a expertos
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	(González, 2005) – (Japón, 2009)
<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. Ex M.C. Johnst.	Consulta a expertos
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Consulta a expertos

Continúa...

Continúa...

<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	(Japón, 2009) – (Ecuador Forestal, s.f) - ( Vargas <i>et al.</i> , 2000)
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	( Vargas <i>et al.</i> , 2000)
<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	Consulta a expertos
<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Consulta a expertos
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Consulta a expertos
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	Consulta a expertos

Anexo 3. Registro de la validación de rasgos cuantitativos para: Altura máxima y cualitativos en categorías (1) y (2) para: fenología foliar, agente dispersor y hábito de crecimiento.

N°	Especie	Amax	FenFol	AgDis	HabCr
1	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	6.5	1	2	1
2	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth	6	1	2	2
3	<i>Schefflera acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Harms	7.7	1	2	1
4	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	8.7	1	2	1
5	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	8	1	2	1
6	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	10	1	1	1
7	<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	7.6	1	1	2
8	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	12.5	2	2	1
9	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	7.5	1	2	2
10	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	7.2	1	2	1
11	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	13	1	1	1
12	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	9	1	2	1
13	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	7.8	1	2	1
14	<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	8.5	1	1	1
15	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	6.5	1	2	2
16	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	10.9	1	2	1
17	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	11	1	2	1
18	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	9.2	1	1	2
19	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	9	1	2	1
20	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	14	2	2	1
21	<i>Morus insignis</i> Bureau	11	1	2	1
22	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	8.7	1	2	1
23	<i>Piper barbatum</i> Kunth	7.2	1	2	2
24	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	9.2	1	2	1
25	<i>Roupala cordifolia</i> I.M. Johnst.	10	1	1	1
26	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	7.4	1	2	2
27	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. Ex M.C. Johnst.	7.5	1	2	1
28	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	10	2	2	1
29	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	7	1	2	2
30	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	7.2	1	2	2
31	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	7	1	2	2
32	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	9.7	2	2	1
33	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	8	1	2	1
34	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	8.6	1	2	2

Amax= Altura máxima, FenFol= Fenología foliar; AgDis= Agente dispersor; HabCr= Hábito de crecimiento.

Anexo 4. Abundancia total de individuos, por especies vegetales que existen en la parcela permanente.

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Ind/Ha</b>
RUBIACEAE	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	165
URTICACEAE	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	142
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	93
CLETHRACEAE	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	93
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	85
LAURACEAE	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	79
RUBIACEAE	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	69
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	63
CLUSIACEAE	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	55
ROSACEAE	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	55
CLUSIACEAE	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	48
MORACEAE	<i>Morus insignis</i> Bureau	46
ARALIACEAE	<i>Schefflera acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Harms	39
ARALIACEAE	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	38
PRIMULACEAE	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	29
ROSACEAE	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	27
HYPERICACEAE	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	26
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	22
ADOXACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	21
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	20
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	20
PROTEACEAE	<i>Roupala loxensis</i> I.M. Johnst.	19
BIGNONIACEAE	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	15
MELASTOMATACEAE	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	13
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	11
ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	8
ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	8
PIPERACEAE	<i>Piper barbatum</i> Kunth	8
PROTEACEAE	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	8
RUBIACEAE	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	8
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	7
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	6
ASTERACEAE	<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	4
MYRTACEAE	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	3
ASTERACEAE	<i>Ageratina dendroides</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	2
CELASTRACEAE	<i>Zinowiewia madsenii</i> C. Ulloa & P. Jørg.	2
ELAEOCARPACEAE	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	2

Continúa...

Continúa...

PRIMULACEAE	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	2
RUBIACEAE	<i>Cinchona officinalis</i> L.	2
RUBIACEAE	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	2
LAURACEAE	<i>Persea brevipes</i> Meisn.	1
MELASTOMATACEAE	<i>Meriania tomentosa</i> (Cogn.) Wurdack	1
MYRICACEAE	<i>Morella interrupta</i> (Benth.) Lægaard	1
POLYGALACEAE	<i>Monnina hirta</i> (Bonpl.) B. Eriksen	1
PRIMULACEAE	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	1
TOTAL INDIVIDUOS		1370

Anexo 5. Número de especies por familias, que se determinaron y utilizaron en la presente investigación de acuerdo a la abundancia.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>N° Especies</b>
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	1
ADOXACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth	1
ARALIACEAE	<i>Schefflera acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Harms	3
	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	
	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	2
	<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	1
BIGNONIACEAE	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	1
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	1
CLETHRACEAE	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	1
CLUSIACEAE	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	2
	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	1
ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	1
HYPERICACEAE	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	1
LAURACEAE	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	2
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	2
	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	1
MORACEAE	<i>Morus insignis</i> Bureau	1
MYRTACEAE	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	1
PIPERACEAE	<i>Piper barbatum</i> Kunth	1
PRIMULACEAE	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	1
PROTEACEAE	<i>Roupala cordifolia</i> I.M. Johnst.	2
	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. Ex M.C. Johnst.	1
ROSACEAE	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	2
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	
RUBIACEAE	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	3
	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	
	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	1
URTICACEAE	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	1

Anexo 6. Registro de la abundancia de especies que se tomaron para la presente investigación.

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Ind/Ha</b>
RUBIACEAE	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	165
URTICACEAE	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	142
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	93
CLETHRACEAE	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	93
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	85
LAURACEAE	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	79
RUBIACEAE	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	69
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	63
CLUSIACEAE	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	55
ROSACEAE	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	55
CLUSIACEAE	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	48
MORACEAE	<i>Morus insignis</i> Bureau	46
ARALIACEAE	<i>Schefflera acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Harms	39
ARALIACEAE	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	38
PRIMULACEAE	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	29
ROSACEAE	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	27
HYPERICACEAE	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	26
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	22
ADOXACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	21
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	20
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	20
PROTEACEAE	<i>Roupala loxensis</i> I.M. Johnst.	19
BIGNONIACEAE	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	15
MELASTOMATACEAE	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	13
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	11
ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	8
ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	8
PIPERACEAE	<i>Piper barbatum</i> Kunth	8
PROTEACEAE	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	8
RUBIACEAE	<i>Guettarda hirsuta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	8
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	7
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	6
ASTERACEAE	<i>Verbesina lloensis</i> Hieron.	4
MYRTACEAE	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	3

Anexo 7. Difusión de los resultados a través de un poster científico dirigido a estudiantes, docentes e investigadores de la Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

