



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Variación de la diversidad funcional de flores ornitófilas en  
flores polinizadas por colibríes en diferentes tipos de  
vegetación de la microcuenca de Tarqui.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Autora:**

**DESIRÈE ABIGAIL CASTILLO QUINTEROS**

**Director:**

**DAVID SIDDONS**

**CUENCA-ECUADOR**

**2022**

## **Dedicatoria**

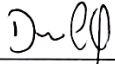
*A mi familia por el apoyo que me brindan  
para seguir adelante y son un pilar de mi vida.*

*Desirèe*

## Resumen

La diversidad funcional es uno de los elementos más importantes para poder entender el funcionamiento de los ecosistemas y de los servicios ecosistémicos. En este proyecto se analizó cómo varía la diversidad funcional de plantas visitadas por colibríes en un gradiente de perturbación en la microcuenca de Tarqui. Medimos la variación de la diversidad funcional de características morfológicas en flores de especies vegetales polinizadas por colibríes dentro de un gradiente de disturbio. En el estudio se pudieron agrupar algunos grupos funcionales mostrando la importancia de cada uno dentro del ecosistema.

**Palabras clave:** Diversidad funcional, flores ornitófilas, gradiente de disturbio, morfología de flores, ImageJ



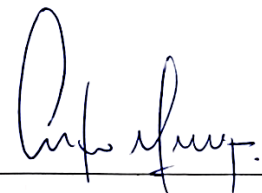
Autor

Desirée Castillo Q.



Director del trabajo de titulación

David Siddons.



Coordinador de escuela

Antonio Crespo.

## Abstract

Functional diversity is one of the most important elements to understand the functioning of ecosystems and ecosystem services. In this project we analyzed how the functional diversity of plants visited by hummingbirds varies in a disturbance gradient at the Tarqui micro- watershed. The variation of functional diversity of morphological characteristics in flowers of plant species pollinated by hummingbirds within a disturbance gradient was measured. In the study some functional groups showing the importance of each one within the ecosystem were grouped.

**Key words:** Functional diversity, ornithophilous flowers, disturbance gradient, flower morphology, ImageJ.



---

Autor

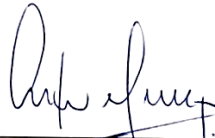
Desirée Castillo Q.



---

Director del trabajo de titulación

David Siddons.



---

Coordinador de escuela

Antonio Crespo.



---

Translated by  
Desirée Castillo Q.

## Tabla de Contenidos

Dedicatoria .....	ii
Resumen .....	iii
Abstract .....	iv
Tabla de Contenidos.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de imágenes .....	viii
Índice de Gráficos .....	ix
Marco teórico .....	13
Capítulo 1 Materiales y Métodos .....	17
1.1 Área de estudio.....	17
1.2 Metodología .....	19
1.3 Parámetros morfológicos: .....	20
1.4 Descripción de las especies utilizadas .....	23
2.1 Distribución de datos.....	34

2.2 Clasificación de las especies según la medida del diámetro de la flor. ....	35
2.3 Análisis de componentes principales. (PCA).....	37
2.4 Relación entre la diversidad funcional en flores y el gradiente de disturbio. ....	39
2.5 Variación de la diversidad funcional dentro de un gradiente de disturbio.....	41
2.6 Diversidad funcional en flores y la riqueza de especies vegetales en la microcuenca de Tarqui. ....	43
Conclusiones .....	49
Bibliografía .....	50
Anexos .....	58

## Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de clasificación de las especies según su transecto, la tabla indica que el transecto que tiene la mayor cantidad de plantas “S” es el transecto 2, el transecto que tiene mayor cantidad de plantas “MS” es el transecto 2, plantas “M” es el transecto 2, plantas “L” es el transecto 4 y plantas “XL” es el transecto 1.....	36
Tabla 2. Datos descriptivos del PCA, donde la desviación estándar del PC1 es el mayor valor de 126,13; el menor valor es del PC5 de 14,64. ....	38
Tabla 3. Datos descriptivos de los diferentes tamaños de las plantas donde se observan diferentes tamaños de plantas. En el PC1 la mayor cantidad de plantas son small (0,73), seguido por medium small (0,51), la menor cantidad de plantas son plantas extra large (-0,12). Por otra parte en el PC2 la mayor cantidad de plantas son medium (0,58) y large (0,44), la menor cantidad de plantas son extra large (-0,02).....	39
Tabla 4. Tabla de índice de diversidad funcional entre los transectos de Tarqui y las especies encontradas en los mismos transectos. En esta tabla podemos observar que la funcionalidad y número de especies son el mismo valor, así podemos entender que el un valor depende directamente del otro. ....	42
Tabla 5. Tabla descriptiva de la regresión lineal de PC2, este muestra el valor mínimo -55.44, la mediana 4.68 y el valor máximo 53.75 el valor P de la especialización funcional en el PC2 es 0.0018.....	43
Tabla 6. Valores obtenidos de los modelos lineales entre las variables predictoras y la variable de respuesta del PC2, donde el valor del mejor AIC es 141,84 del modelo de la especialización funcional. ....	45
Tabla 7. Valores obtenidos de los modelos lineales entre las variables predictoras y la variable de respuesta del PC1, donde el valor del mejor AIC es 179.65 de la especialización funcional. ....	45

## Índice de imágenes

Imagen 1 Mapa de ubicación de los sitios de recolección en la microcuenca de Tarqui. 18

Imagen 2. Fotografía digital de ejemplo en posición a. horizontal, b. con corte transversal, c. vertical encima de papel milimétrico para medir el largo del pedúnculo, cáliz y corola. Las fotografías se subieron a “ImageJ” para medirlas. .... 32



## Índice de Gráficos

- Gráfico 1. Gráfico de densidad de distribución de estructura vegetal, donde se muestra la mayor densidad de más de 0.8 cuando el diámetro a la altura de pecho es pequeño, de menos de 2 cm. También se ve otra gran densidad de más de 0.7 cuando el diámetro a la altura del pecho es de 2 cm. Después de este segundo pico podemos ver que la densidad va disminuyendo hasta quedar en 0 en 5 cm.....35
- Gráfico 2 Gráfico de PCA compuesto de PC1 y PC2, donde el primer grupo es TRQ 10, TRQ 16, TRQ 4, TRQ 6 y TRQ 12. El segundo grupo como TRQ 7, TRQ 9. El tercer grupo es TRQ 1, TRQ 14 y TRQ 19. El cuarto grupo es TRQ 18, TRQ 20 y TRQ 17. El transecto TRQ 2 está lejos de todos los anteriores.....38
- Gráfico 3. Gráfico de calor de distancia de Gower entre las especies encontradas en Tarqui donde están las siguientes especies: Barnadesia arbórea (baar), Bomarea multiflora (bomu), Brachyotum confertum (brco), Brachyotum jamesonii (brja), Brugmansia sanguínea (brsa), Crocosmia x crocosmiiflora (crco), Fuchsia loxensis (fulo), Fuchsia vulcanica (fuvu), Maclenia rupestris (maru), Passiflora ampullacea (paam), Passiflora cubalensis (pacu), Salvia corrugata (saco), Salvia hirta (sahi), Siphocampylus giganteus (sigi), Tillandsia complanata (tico), Tillandsia ionochroma (tiao), Vaccinium floribundum (vafl), Viola arguta (viar). En este gráfico se puede ver que los colores claros son los más semejantes y el porcentaje de diferencia entre especies aumenta mientras más oscuro es el color.....40
- Gráfico 4. Gráfico de calor de la composición funcional entre las parcelas de Tarqui. Este grafico indica los colores más claros como los que tienen más semejanza entre si y los colores más oscuros indica las parcelas con más diferencias entre sí. ....41

Gráfico 5. Modelo lineal de la variable de respuesta de PC2 con la mejor variable de respuesta dado por el AIC, la especialización funcional. El gráfico nos muestra una regresión negativa de la especialización funcional según el PC2. ....44

## Introducción

Los ecosistemas del Ecuador se ven afectados cada vez de maneras más severas, que resultan en la pérdida o adición de especies las que modifican la interacción del ecosistema, debido a la tala indiscriminada de bosques, expansión de frontera urbana y ganadería no planificada (Bravo, E. 2013, Ballesteros 2016). El interés de estudiar estos efectos ha dejado de ser netamente académico y ahora el comportamiento o la afección de los ecosistemas es de interés comunitario. Actualmente la tasa de extinción de especies ha llegado a niveles alarmantes lo cual ha dado el interés para realizar estudios cada vez más relevantes. (Chapin et al., 2002).

Históricamente se ha tomado a la riqueza de especies como modelo para entender el funcionamiento de los ecosistemas, sin embargo, estos han sido limitados con resultados poco claros o contradictorios. El estudio de comunidades basado en análisis de diversidad taxonómica implica que todas las especies tienen la misma probabilidad de sobrevivir en el ecosistema no modificado (Tilman et al., 1997).

La microcuenca de Tarqui es un lugar con elevada influencia humana por lo que tiene algunos problemas ambientales. Algunos son la pérdida y alteración de los ecosistemas. Gran parte del terreno es ocupado para el ganado, pastizales mixtos, tala de carbón, tala selectiva; y otros impactos que causan pérdida de especies y pérdida de servicios ambientales (Vélez, 2016).

La consecuencia del cambio de uso del suelo normalmente está medida con la diversidad taxonómica, pero las características funcionales tienen más probabilidades de influir con los servicios del ecosistema (Cadotte, Carscadden, & Mirotnick, 2011). La diversidad

funcional tiene como propósito el incorporar las características funcionales y la importancia de cada especie dentro de los ecosistemas (Tilman et al., 1997).

El objetivo de este trabajo es entender la variación de la diversidad funcional de flores de especies vegetales polinizadas por colibríes en un gradiente de disturbio de la microcuenca de Tarqui. De esta forma, entender la estructura de especies vegetales en la microcuenca de Tarqui.

## **Marco teórico**

### **Diversidad funcional**

La diversidad funcional es una medida de rasgos funcionales presentes en una comunidad con respecto a su presencia y/o abundancia. Se propuso para entender la relación entre la diversidad, la estructura de las comunidades y el funcionamiento de los ecosistemas (Córdova y Zambrano, 2015). Es importante el estudio de diversidad funcional porque nos permite comprender los mecanismos generales de los procesos ecosistémicos (Córdova y Zambrano, 2015). De esta forma si se disminuye la diversidad funcional dentro de un ecosistema puede disminuir la estabilidad de los servicios ecosistémicos (Ballesteros, 2016).

La redundancia funcional representa que algunas especies pueden tener el mismo papel en el ecosistema, el nicho de estas especies se puede entrelazar inclusive tener una tolerancia similar al ambiente (Rosenfeld 2002) (Gamfeldt et al. 2008). De esta forma pueden formar un mismo grupo funcional y la ausencia de alguna de estas especies tendría un bajo impacto en el funcionamiento del ecosistema (Fonseca y Ganade 2001).

La diversidad funcional es importante para la conservación de los ecosistemas, ya que, demuestra una relación entre la riqueza de las especies y el funcionamiento del ecosistema (Córdova y Zambrano, 2015).

Según algunos investigadores se infiere que la diversidad funcional no se puede sintetizar a un solo índice. De esta forma se reconocen cuatro componentes para la diversidad funcional: riqueza funcional, la equitatividad funcional, la divergencia funcional y la especialización funcional (Mason et al., 2005). Juntando esto cuatro componentes se busca tener un mayor detalle de la diversidad funcional en el ecosistema (Villéger et al. 2008);

manteniendo varias características en la diversidad funcional pero independiente de la riqueza de especies (Mouchet et al. 2010).

La diversidad funcional tiene diferentes componentes independientes (Córdova y Zambrano, 2015). Se debe analizar la riqueza funcional, la equitatividad funcional, la divergencia funcional y la especialización funcional. Estos son independientes entre ellos, no dependen del número de especies, ni de la diversidad taxonómica, ni de la equitatividad (Córdova y Zambrano, 2015).

La riqueza funcional (FRic) es la cantidad de espacio funcional ocupado por las especies de una comunidad independientemente de sus abundancias. La riqueza funcional podría tener una relación con el gradiente de disturbio (Naeem y Wright, 2003). Una baja riqueza funcional indica que algunos de los recursos potencialmente disponibles no están siendo explotados y podría tener como consecuencia una reducción en la productividad de un ecosistema por lo que al relacionar con la diversidad de especies podremos entender la diversidad funcional de Tarqui (Córdova y Zambrano, 2015).

La equitatividad funcional (FEve) es la homogeneidad en la distribución de las abundancias de las especies de una comunidad en un espacio funcional. Una baja equitatividad implicaría que algunas partes del nicho funcional están siendo ocupadas, pero subutilizadas, reduciendo la productividad e incrementando la cantidad de invasores (Mason et al. 2005).

La divergencia funcional (FDiv) es una medida de similitud funcional entre las especies dominantes de una comunidad (Córdova y Zambrano, 2015). Una alta divergencia refleja una gran diferenciación de nicho en las especies dominantes, lo que podría reducir la competencia e incrementar la magnitud de los procesos del ecosistema, usando eficientemente los recursos (Mason et al. 2005, Villéger et al. 2010).

La especialización funcional (FDis) es la medida de diferenciar las especies. Es una medida independiente de la abundancia (Bellwood et al. 2006). Mientras una especie esté

más alejada del centro de gravedad es funcionalmente más especialista (Villéger et al. 2010).

### **Co-evolución de colibríes y plantas**

Los colibríes son responsables de la polinización de un elevado número de plantas en el Neotrópico (Truylio et al., 2002). Las flores y colibríes tienen una relación considerable en el ecosistema. Los colibríes son polinizadores de al menos 8000 especies de plantas (Rojas, 2018). Este tipo de interdependencias es una relación benéfica para las partes involucradas (Bascompte et al., 2003). Además, es un proceso del que depende la supervivencia de muchas especies de plantas y animales (Faegri & Van Der Pijl, 1979).

La coevolución es un proceso de evolución paralela, armónica y coordinada entre dos o más poblaciones (Fontúrbel & Molina, en prensa). Las plantas y sus polinizadores son el mejor ejemplo de la co-evolución, ya que gracias a esto aumenta el grado de interrelación beneficiando a los dos grupos de poblaciones (F. Fontúrbel, 2010). En este caso los colibríes han evolucionado su capacidad de volar; han evolucionado la forma de sus picos, más largos para llegar al néctar. Es así como, estas aves han evolucionado diferentes formas y tamaños de picos para poder alimentarse. Por otra parte, algunos rasgos físicos como color, forma, y otros han sido modificados por las flores para aprovecharse de la polinización y atraer a animales (Smith y Smith, 2007). Las flores han evolucionado en su morfología para verse más atractivas a las aves y al brindar mayor cantidad de néctar (Endress, 2001; Landis, 2007; Kuppler, 2017). Para mejorar su atractivo las flores han evolucionado en sus colores, teniendo colores fuertes de la gama del rojo, flores con forma tubular o pétalos fusionados y tener una orientación horizontal para facilitar la polinización (Gegeer et al., 2017).

### **Importancia del sitio de estudio**

Los Andes es una zona de importancia ecológica, es así que se puede es considerado como un ecosistema crítico (Urbina, 2011). La deforestación tiene muchos efectos negativos. El impacto más fuerte es la pérdida de hábitat de especies vegetales y animales (Carretero, 1992). Los suelos se secan rápidamente sin la cubierta arbórea por lo que hay cambios drásticos de temperatura y sin el manejo correcto pueden convertirse en áridos (Urbina, 2011).

En la actualidad, muchos animales se ven en peligro a nivel mundial, ya que, por el cambio de uso de suelo, sufren la pérdida de sus fuentes de alimento y hábitat (Carretero, 1992). La pérdida de diversidad y tala de una gran selección de plantas afectan a muchas especies, tanto animales como vegetales (Nattero et al., 2018).

A escala local un resultado común en el cambio de uso del suelo es reemplazar vegetación de un bosque por vegetación más simple como pastos o arbustos más pequeños (Brawn, Robinson y Thompson, 2001). Por este cambio se crean cambios en el tipo y la abundancia de recursos (Feinsinger et al., 1988). Es por eso que, es muy importante en entendimiento de la funcionalidad de los ecosistemas, entendiendo los rasgos funcionales de una comunidad de especies es importante (Flynn et al., 2009). Además, cada vez se encuentra mayor evidencia empírica de que la diversidad funcional es clave para entender la relación entre diversidad, estructura de las comunidades y funcionamiento de los ecosistemas (Tilman et al., 1997). Sin embargo, el estudio de diversidad funcional en Ecuador es escaso. De esta forma se busca generar información para entender las relaciones que existen en el ecosistema y cómo influye el ser humano.

La motivación de esta investigación se basa en entender la importancia de la relación entre las plantas con sus respectivos polinizadores y cómo esta relación se ve afectada por el disturbio del ser humano (Brosi et al., 2008).



# **Capítulo 1**

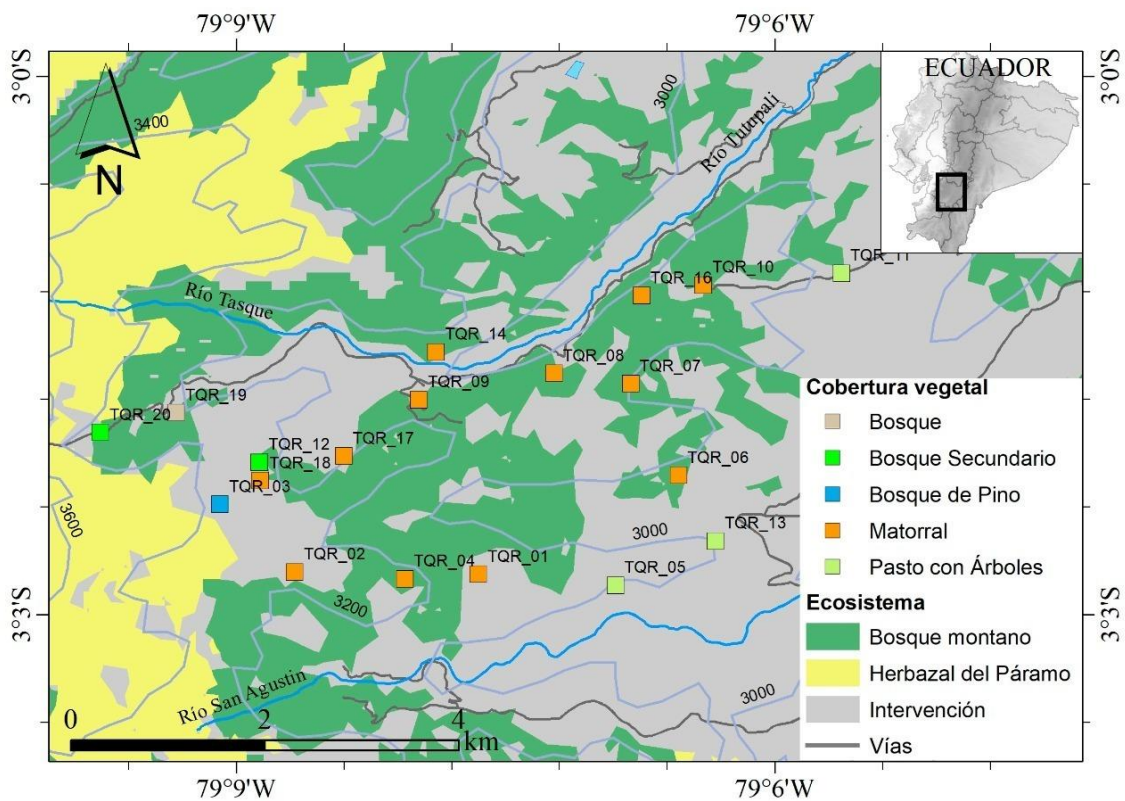
## **Materiales y Métodos**

### **1.1 Área de estudio**

#### **1.1.1 Cuenca del río Tarqui**

La investigación se realizó en la subcuenca del Río Tarqui, que se encuentra localizada 3 km al sur de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay. Sus coordenadas geográficas son  $-2^{\circ}50'$ ;  $-3^{\circ}10'$  y  $-79^{\circ}15'$ ;  $-78^{\circ}55'$  (GAD Tarqui, 2015). La microcuenca tiene rangos altitudinales que van desde 2600 msnm a 3700 msnm, cubriendo un área total de aproximadamente 475 km<sup>2</sup> (Coronel, 2005). Este río nace en los páramos de Cumbe. Se une con el río Yanuncay, sus afluentes son los ríos Portete, Cumbe, Zhucay, Tutupali y San Agustín; finalmente desemboca en el río Paute (Orellana, 2011).

La subcuenca del río Tarqui tiene aproximadamente 300.000 habitantes y es muy importante para el uso económico de la provincia ya que con excepción de las partes más altas se destina a la actividad agrícola y ganadera. Por esta razón se encuentran grandes extensiones de potreros y haciendas vacunas (Vélez, 2016). Las partes altas se encuentran cubiertas por pequeños bosques protectores y matorrales nativos, e incluso los bosques protectores Sunsun Yanasacha, Yunga Totorillas, Yanuncay Irquis (Orellana, 2011). Esta subcuenca es la más baja de las cuencas de los cuatro ríos que atraviesan Cuenca, tiene elevaciones moderadas, pero es la más extensa (GAD Tarqui, 2015).



**Fuente y Elaboración: Por el autor (2022). Mapa de los transectos en la microcuenca de Tarqui. Escala 1:150000. Fuente Instituto Geográfico Nacional. Elaborado en ArcGIS 10.3**

**Imagen 1 Mapa de ubicación de los sitios de recolección en la microcuenca de Tarqui.**

### 1.1.2 Climatología y geomorfología

El clima de Tarqui es considerado como trópico fresco y trópico frío, tiene temperaturas medias que oscilan entre 3°C a 15°C, aunque pueden llegar a ser menores a 3°C. Tiene una gran cantidad de humedad ambiental, sobretodo en la parte alta ya que se mantiene con lluvias casi todo el año, manteniendo un promedio de 1106 mm (GAD Tarqui, 2015).

Según el plan de ordenamiento territorial de la parroquia en las pendientes de 30% se puede realizar actividades agropecuarias y en las pendientes de 50% se debe mantener para la conservación forestal. En la zona se puede observar que las partes bajas se usan casi en su totalidad para la ganadería y agricultura. Se puede encontrar un atractivo paisajístico por sus recursos bióticos, abióticos, pero las manifestaciones antrópicas muestran un paisaje natural degradado (GAD Tarqui, 2015).

### **1.1.2 Dinámica y uso actual del suelo**

El 70% de la microcuenca está siendo utilizada por pastizales, el 20% son bosques y menos de 10% es usada por agricultura, la mayor parte de la agricultura son cultivos de maíz, legumbre y hortalizas (GAD Tarqui, 2015). En las zonas con mayor presión urbana se presencia Eucalipto y Pino. En las zonas de páramo de Tarqui se ha visto una disminución notoria de la vegetación endémica como el chaparro y los bosques de quinua, incluso se ve pequeñas partes erosionada (GAD Tarqui, 2015).

## **1.2 Metodología**

Este proyecto buscaba medir la diversidad funcional de flores de plantas polinizadas por colibríes en bosque montano. De esta forma este trabajo toma en base el proyecto “Adaptaciones morfo-funcionales y su control sobre el ensamble de comunidades en dos ecosistemas: Bosque seco y Bosque montano en el sur del Ecuador” de la Universidad del Azuay, ya que se utilizó el inventario forestal del proyecto para determinar qué especies se van a estudiar y se levantó la estructura vegetal y del ecosistema de cada sector. Para realizar esta selección, las plantas fueron seleccionadas por un pre-muestreo de observación directa buscando que plantas eran visitadas por colibríes. A partir de este listado, mediante observación directa y bibliografía, se escogieron las flores polinizadas

por colibríes. El tipo de ecosistema igualmente se realizó mediante observación directa viendo el disturbio y el tipo de plantas que se encontraba en cada uno. Y así se marcaron los transectos utilizados en este trabajo.

### **1.2.1 Descripción del área de trabajo**

En la microcuenca de Tarqui se cuenta con 21 cuadrantes de 200 x 60 m, en cada cuadrante la estructura y diversidad vegetal fue muestreadas mediante 3 sub transectos de 50 x2 m.

Las muestras fueron recogidas durante un año, desde marzo del 2018 hasta marzo del 2019. Se realizó todo un año de muestreo, durante todas las estaciones para poder tener en floración madura todas las flores. Posteriormente se realizó un trabajo de laboratorio (ver anexo1).

### **1.2.2 Trabajo de campo**

En los transectos se fueron buscando las flores polinizadas por colibríes y que estén en estado de floración madura. Por cada especie se tomaron 4 flores de 5 diferentes individuos de diversas partes de la planta obteniendo un total de 20 flores por especie. Las flores se pusieron en una solución de glicerina y alcohol el menor tiempo posible hasta realizarse las respectivas mediciones en la fase de laboratorio.

## **1.3 Parámetros morfológicos**

Para poder obtener los datos que se necesitaban, se tuvo que tomar dos tipos de datos. Los primeros son de tipo bibliográfico y observación, estos son los datos generales para todos los individuos en la especie. En el laboratorio se tomaron las mediciones que se tomaron

a partir de fotografías. Estos son los datos que pueden variar entre individuos por lo que son los que influyen en la estadística. (ver anexo 3).

### **1.3.1 Bibliográfico y observación**

Estos datos se obtuvieron mediante consulta bibliográfica, se definieron las características que son ligadas a la morfología. Estas características tienen mucha importancia en el estudio, ya que diferentes características se vinculan directamente con los diferentes polinizadores, de esta forma podemos entender de primera mano la polinización de los colibríes (Parker, 2002).

Color: Puede variar levemente según el tipo de suelo, nutrientes en el suelo y exposición de la flor, pero se basa en los siguientes colores (Bidwell, 1993).

- Blanco crema
- Naranja
- Rojo
- Morado
- Azul

Exposición: Puede variar según el hábitat del individuo (Bidwell, 1993).

- Expuestas
- Ocultas

Posición de la flor: Puede variar según el hábitat del individuo y exposición de la flor (Bidwell, 1993).

- Colgantes
- Erecta
- Horizontal

Tipo de flor (Parker, 2002)

- Solitaria
- Raceimosas
- Cimosas

Punto de emergencia: nos permite ver qué tan expuestas están las flores y que tan visibles serían para el polinizador (Parker, 2002).

- Terminal
- Axilar

Tipo de corola

- Gamopétala hace referencia a los pétalos que muestran una fusión parcial o completa. Algunas de estas pueden ser: campanulada, tubular, urceolada, hipocrateriforme, labiada, etc.
- Dialipétala hace referencia a las flores que tienen pétalos libres, o no fusionados (Parker, 2002) (ver anexo 2).

## **1.4 Descripción de las especies utilizadas**

### **1.4.1 Barnadesia arbórea Kunth.**

Arbusto de 1 a 4 m de altura, tallos cilíndricos armados, ramificación abierta con espinas. Hojas simples con espinas axilares de 1 a 2,5 cm de largo; lámina elíptica u ovada, ápice agudo, base cuneada y margen entero. Flores distribuidas en cabezuelas terminales agrupados en cumas de 2 a 4 cabezuelas. (Minga, 2000)

### **Distribución**

Está distribuida en los Andes del Ecuador y Perú entre 1500 y 4500 m de altitud (Jaramillo, 2013). En las zonas altas de los ríos de Yanuncay, Tomebamba y Tarqui (Minga, 2000).

### **1.4.2 Bomarea multiflora (L.f) Mirb.**

Es un bejuco nativo de tallo retorcido angular. Estípulas ausentes. Hojas alternas, simples, pecíolo contorto, de 6 a 10 mm largo, lámina anchamente lanceolada a ovada, Inflorescencia en umbelas terminales, pendulares; 10 a 20 flores bisexuales, cáliz anaranjado a rosado por fuera, amarillo a débilmente anaranjado por dentro, corola amarilla a amarillo-anaranjada, con puntuaciones violetas, o en ocasiones ausentes, con pétalos unguiculados, estambres en igual número que pétalos; ovario ínfero. (bioweb, 2019)

## **Distribución**

Está distribuido en los Andes en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Sucumbíos, Tungurahua, Napo, Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Carchi, Chimborazo, entre 1000 a 4000 msnm de altitud. (bioweb, 2019)

### **1.4.3 *Brachyotum confertum* (Bonpl.) Triana.**

Arbustos o árboles pequeños. Flores 4 a 5-meras, solitarias, colgantes, pétalos morados, blancos o amarillentos libres, pero conspicuamente imbricados formando un tubo campanulado; estambres isomorfos, estilo delgado y estigma puntiforme, ovario súpero, libre pubescencia apical (Minga, 2000).

## **Distribución**

Es endémica del Ecuador. Se encuentra en los páramos de las provincias de Cañar, Azuay, se encuentra en zonas protegidas como el Parque Nacional Cajas (Minga, 2000).

### **1.4.4 *Brachyotum jamesonii* Triana**

Arbustos de hasta 1,5 m de alto, con tricomas blancos gruesos en toda la planta; ramas con cicatrices nudosas por las hojas caídas. Hojas lanceoladas, opuestas, hasta de 1,6 cm de largo. Flores colgantes, solitarias o en grupos de a 3, con color rojo-rosado. Pétalos sobrepuestos que forman un tubo color morado oscuro (Wurdack J, 1988).

## **Distribución**

Es endémica en el centro y sur del Ecuador, se encuentra en las provincias de Azuay, Cañar, Chimborazo y Morona Santiago, entre 3000 y 4200 msnm (Wurdack J, 1988).



#### **1.4.5 *Brugmansia sanguinea* (Ruiz & Pav.) D. Don**

Arbusto o árbol pequeño de 2 a 6 m de altura. Tronco tortuoso, copa globosa, ramificación alterna. Hojas simples alternas, con largo de 5 a 6 cm de ancho, con margen sinuado y ápice acuminado. Flores solitarias péndulas. Corola tubular de 20 cm de largo, amarilla verdosa en la base y roja en el ápice. Androceo con 5 estambres iguales insertos en la corola. Ovario bilocular, con muchos óvulos, estilo alargado, estigma bilobulado. Su fruto es una baya con forma ovoide con numerosas semillas. (Minga 2000)

#### **Distribución**

Especie originaria de los Andes, se distribuye desde Colombia hasta Bolivia. En nuestro país se encuentra en la región andina entre 2000 y 3500 m de altitud. Es una planta típica de los valles interandinos, es frecuente en bosques secundarios (Minga 2000).

#### **1.4.6 *Crocsmia x crocosmiiflora* (Lemoine) N.E.Br.**

Son plantas que alcanzan un tamaño de 25 a 50 cm de alto. Las hojas erectas, linear-lanceoladas, de 30 a 50 cm de largo. Tallo florífero ramificado, ligeramente flexuoso, arqueado horizontalmente, espigas varias; flores anaranjadas.

#### **Distribución**

Es una especie introducida ampliamente distribuido desde Sudáfrica, es una especie que su crecimiento es favorable en zonas soleadas y con semisombra.

#### **1.4.7 Fuchsia loxensis Kunth**

Arbusto perennal, endémico del Ecuador de 1 a 2 m de altura, tallos flexibles nudosos con ramificación opuesta. Sus hojas son simples, elípticas, de base redonda con ápice agudo y margen dentado. Las flores son bisexuales, solitarias, sus sépalos, al igual que su cáliz son de color rosado profundo, las hojas son deciduas. Su crecimiento es favorable cuando hay sombra (Leon Yanez, 2017).

#### **Distribución**

Se encuentra distribuido en los ecosistemas de bosque andino alto hasta páramo arbustivo a una altura de 2000 a 4000 msnm. Está en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Pichincha, Tungurahua, Zamora Chinchipe (León Yanez, 2017).

#### **1.4.8 Fuchsia vulcanica André.**

Son arbustos que miden hasta 3 m de alto, tiene tallos de color rosado rojizo. Las hojas son elípticas con bordes son ligeramente crenados, los pecíolos de color rosado rojizo. La inflorescencia tiene con pocas flores. Las flores son colgantes, tubulares, miden hasta 8 cm de largo, de color rosado rojizo y tiene 4 pétalos ovados (Minga 2000).

#### **Distribución**

Es una planta endémica del Ecuador. Se encuentra en algunas partes del Azuay, en el PNC se encuentra en los remanentes boscosos en las partes bajas del páramo (Minga 2000).

#### **1.4.9 *Maclenia rupestris* (Kunth) A.C.Sm.**

Es una especie que alcanza entre 1,50 a 2,30 m de altura, tiene ramificaciones casi a nivel de piso. Puede crecer al lado de árboles y enredarse en sus ramas. Tiene hojas son simples, alternas, coriáceas, elípticas y carnosas. Flores en forma tubular, de color rojo, carnosas, de 32 mm de longitud por 10 mm de ancho, con brácteas de color rosado.

#### **Distribución**

Es una planta con una gran distribución en los Andes, se encuentra entre los 1500 a 4100 msnm.

#### **1.4.10 *Passiflora ampullacea* (Mast.) Harms.**

Liana de flores solitarias, endémica del Ecuador con flores de tallo estriado densa mente velludo estipula linear. Hojas de 6 a 11 cm de largo, con 3 lóbulos oblongada o lanceolada, aguda en el final, redondeada en la base, densamente aserrada, con venas ligeramente café. Sus pedúnculos miden aproximadamente 8 a 12 cm. Los pétalos están fusionados en la base y posteriormente se liberan. Las flores son blancas o verde blanquecino, ancha en el inicio y en la base delgada. Los pétalos son parecidos a los sépalos. Los sépalos son ovalados, oblongada de 2 a 2.5 cm de largo. La fruta es ovoide de 6 cm de largo y 3.5 cm de diámetro. Las semillas miden 5 a 6 mm. Hermafrodita (Ellsword, 1938).

#### **Distribución**

Es una especie endémica del Ecuador que se encuentra en la vegetación interandina húmeda hasta bosque andino alto de las provincias de Azuay, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, se encuentra en una altura de 2600 a 3330 msnm (Jørgensen, Pitman, 2004).

#### **1.4.11 *Passiflora cumbalensis* (H. Karst) Harms.**

Planta glabra en el exterior, presenta un color rosado, con sus flores expuestas y solitarias. Son flores hermafroditas con emergencia axilar, con ovario angulado y estriado. Peciolos de 2.5 cm de largo. Hojas de 3 a 9 cm de largo y 4 a 13 cm de ancho trilobuladas. Pétalos sublinguales a los sépalos, corona tuberculada corola campanulada y tubo fusionado. Fruto ovoide de 6 a 10 cm de largo y 2.5 a 3 cm de diámetro con semillas ovoides (Ellsward, 1938).

#### **Distribución**

Es una especie altamente distribuida en los Andes del Ecuador y en Colombia en altura de 2500 a 3000 msnm (Ellsward, 1938).

#### **1.4.22 *Salvia corrugata***

Arbusto de 2 a 3 m de altura, tallos leñosos con abundante ramificación. Hojas simples, opuestas, lámina lanceolada, margen dentado y ápice acuminado. Flores en racimos verticilados de 10 flores, Flores zigomorfas, de color verde con manchas púrpuras; corola azul violeta. Fruto conformado por nueces de color café (Minga et al., 2021).

#### **Distribución**

Se distribuye en los Andes de Colombia, Ecuador y Perú entre 1000 y 3500 m de altitud. En nuestro país ha sido registrada en las provincias de Bolívar, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja entre 900 y 3500 m de altitud (Minga 2016). Es una especie común en matorrales húmedos andinos. En las riberas de los ríos de Cuenca ha sido localizada en

las partes altas de los ríos Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara (Minga et al., 2021).

#### **1.4.13 *Salvia hirta* Kunth.**

Arbusto de 1 a 3 m de altura, tallos nudosos cuadrangulares, ramificación opuesta y abierta. Hojas simples con peciolo acanalado, lámina lanceolada con base truncada, ápice acuminado y margen aserrado. Flores en racimos, bisexuales, bilabiadas, de color rojo cubierta de pelos blanquecinos suaves. Fruto formado de pequeñas nueces unidas en la base (Minga et al., 2021).

#### **Distribución**

Se distribuye en los Andes desde el Sur de Colombia hasta el norte del Perú. En nuestro país ha sido registrada en las provincias de Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja y Guayas (Jorgensen y León-Yáñez, 1999). En los márgenes de los ríos de Cuenca se encuentra en las zonas altas de los ríos Yanuncay, Tomebamba y Tarqui (Minga et al., 2021).

#### **1.4.14 *Siphocampylus giganteus* (Cav.) G. Don**

Es una especie de arbusto. Tiene hojas simples, flores solitarias; de color crema; tubo entero, del mismo largo o más que el limbo, estrecho en la base; filamentos connatos distalmente formando un tubo largo, orificio del tubo de las anteras parcialmente cerrado por las puntas recurvadas de las 3 anteras dorsales, el par de anteras ventral, más corto. Cápsula de paredes papiráceas o leñosas al madurar; semillas numerosas (Aguilar et al., 2009).

## **Distribución**

Es una especie que se distribuye en los Andes nativa de Colombia, Perú y Ecuador (Idárraga et al., 2011).

### **1.4.15 Tillandsia complanata Benth.**

Es una especie de plantas epifitas que puede alcanzar un tamaño de 35 cm de flor. Tiene hojas de hasta 35 cm, láminas 2 a 5 cm de ancho, lisas a finamente nervadas. Tiene inflorescencias axilares de 3 a 6 cm, pendulares, puede tener hasta 6 flores, con pétalos rosados, azules o purpúreos (Hornung, 2011).

## **Distribución**

Es muy distribuida entre los Andes, se distribuye en bosques de 800 – 3500 msnm, desde las Antillas mayores y Costa Rica hasta Bolivia y norte de Suramérica y Brasil (Smith & Downs 1977).

### **1.4.16 Vaccinium floribundum Kunth.**

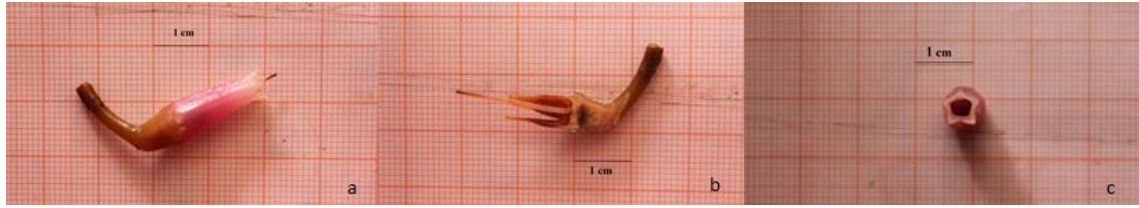
Especie de arbustos de 0,5 m a 2,5 m de alto, ramificados. Tiene hojas pequeñas alternas, lanceoladas, coriáceas con márgenes aserrados o crenados con nervación pinnada. Tiene inflorescencias en racimos de 6 a 10 flores de 1 cm. Las flores tienen un cáliz articulado corto con corola cilíndrico-urceolada, con lóbulos lanceolados de color blanco rosado a rojizo. Tiene 8 a 10 estambres del mismo largo que la corola con filamentos libres y anteras con túbulos cortos. El estilo es más largo que la corola. Tiene una baya esférica de 5 a 8 mm de diámetro de color azul oscuro y lisa (Jorgensen et al., 1995).

## **Distribución**

Es una especie de gran distribución, de Costa Rica a Perú. En el Ecuador está sobre los 2700 msnm (Verdugo et al., 2012).

### **1.5 Mediciones de laboratorio**

Al ingresar las flores al laboratorio se las puso en una mezcla 60-40 de glicerina y alcohol para que no se marchiten, se las mantuvo en esta solución un máximo 5 días, pero se las trató lo más pronto que se pudo. Posteriormente se utilizó una hoja milimetrada para poder tomar las fotos con una escala. Se tomaron fotografías desde tres ángulos diferentes. Para tomar el ángulo horizontal se posicionó a la flor lo más recta posible, si se necesitaba un soporte se ayudaba a la flor. Este ángulo mide el largo del pedúnculo, cáliz y corola. (Fig. 1). Posición frontal, se ubicaba a la flor lo más cerca de la hoja ayudándose con soportes se la mantenía en vertical, esta foto mide la apertura de la corola. (Fig. 3). Por último, posición horizontal con corte longitudinal, se cortaba a la flor de forma transversal para poder observar los órganos internos, con esta foto se pudo medir las estructuras internas como estambres, estilo, posición de nectarios, longitud del gineceo, longitud del androceo, etc. (Fig. 2). Después de realizar todas las fotografías se procesaron en ImageJ para realizar las mediciones (Bateman y Rudall 2006). (ver anexo 3)



**Imagen 2.** Fotografía digital de ejemplo en posición a. horizontal, b. con corte transversal, c. vertical encima de papel milimétrico para medir el largo del pedúnculo, cáliz y corola. Las fotografías se subieron a “ImageJ” para medirlas.

## 1.6 Análisis de datos

Los datos estadísticos fueron analizados para comparar las variables morfológicas, los cuales se aplicaron para obtener la diversidad funcional. Los datos de la estructura de la vegetación, que se utilizaría para determinar el disturbio de cada transecto fueron tomados del proyecto “Adaptaciones morfo-funcionales y su control sobre el ensamble de comunidades en dos ecosistemas: Bosque seco y Bosque montano en el sur del Ecuador”

Con los datos morfológicos obtenidos en Image J se realizó un gráfico de densidad de probabilidad para entender la estructura de los lugares estudiados. Posteriormente las mediciones obtenidas se clasificaron en rangos de medida según sus tamaños dividiéndolos así en diferentes clases los de pequeño a grande. Menores o igual a 6 cm “S”, menores o igual a 8.6 cm “MS”, de 8.61cm a 13.5cm “M”, de 13.51 cm a 24.74 “L”, igual y mayor a 24.75 cm “XL”. Esta clasificación se utilizó para realizar el *PCA*, con este *PCA* se produjo gradientes para probar su relación con los rasgos funcionales. Se utilizó un *PCA* ya que representa la forma más simple y común de método multivariado (Jackson, 1993).

Para analizar la diversidad funcional se utilizó el paquete de Distance-Based Functional Diversity Index (FD) desarrollado para R Project (Legendre & Anderson, 1999; Laliberté & Legendre, 2010; Schweiger et al., 2018). Para evaluar cuál es la relación



entre la diversidad funcional en flores y el gradiente de disturbio. Se midió la disimilaridad de gower se usó la función *gowdis* dentro del paquete FD, de esta forma se explicaría las disimilaridades evaluadas en las flores. También se utilizó *functcomp* que devuelve la composición funcional de un conjunto de comunidades que son medidos por los rasgos de las comunidades.

Para relacionar la diversidad funcional en flores y la riqueza de especies vegetales en la microcuenca de Tarqui. Para este objetivo se utilizó una regresión lineal entre el análisis de componentes principales (PCA) y la diversidad funcional. Es así como se pudo reducir las variables y entender su relación. Además, se aplicaron modelos lineales simples sobre las variables de la diversidad funcional, relacionando las diferentes variables de respuesta para encontrar el mejor modelo. Se realizó un proceso de regresión gradual para encontrar el modelo de la diversidad funcional.

Posteriormente se realizó un Akaike's Information Criterion *AIC* (Akaike, 1974), que es un criterio que combina la teoría de máxima congruencia, información teórica y la entropía de información (Motulsky & Christopoulos, 2004). Según este criterio, el mejor modelo es el que presenta el menor valor de *AIC*, en otras palabras, si se compara una serie de modelos, el modelo con menor *AIC* es el mejor modelo según los datos que se dispongan (Mazerolle, 2004; Dirick, et al., 2015). Por último, se comprobó este modelo realizando una prueba de Shapiro-Wilk para constatar la normalidad de los datos residuales. Todos los análisis estadísticos se realizaron en R Studio versión 1.2.1335.

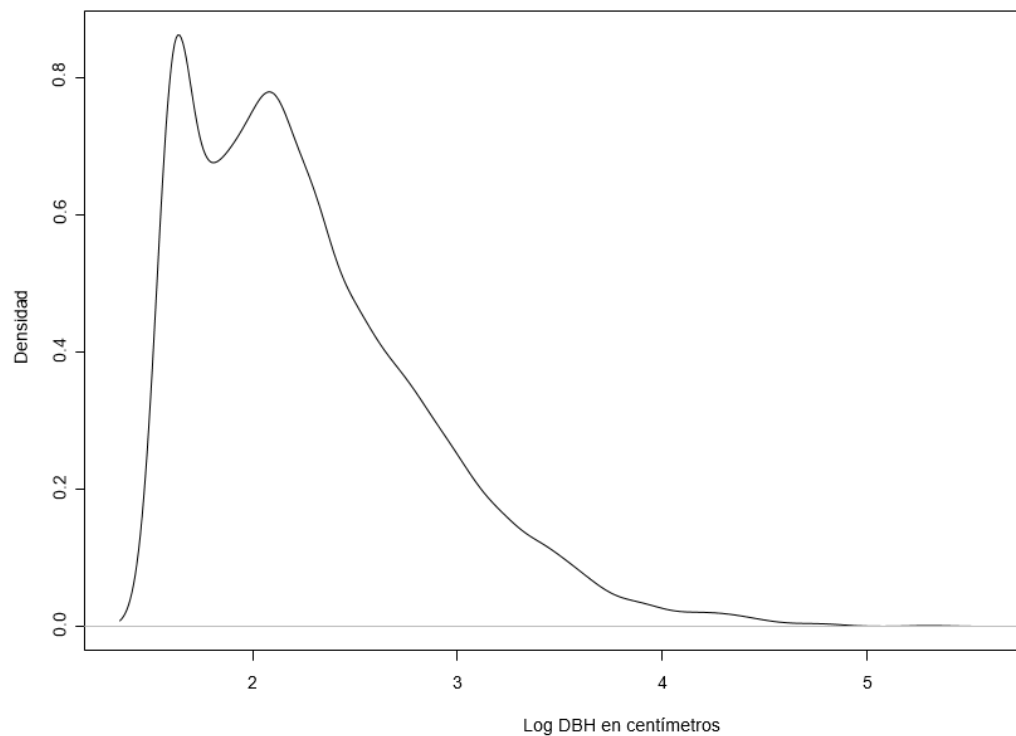
## Capítulo 2

### Resultados

#### 2.1 Distribución de datos

Se utilizó un gráfico de densidad de probabilidad del número flores para observar cómo están distribuidos los datos de la diversidad funcional de las flores en estudio.

Se observa gran dispersión de datos, sin embargo, se encuentran agrupados en dos puntos en la figura 1. Esto indica que la mayoría de flores de las que se tomaron las muestras tienen un diámetro de menos de tres centímetros y hay poca densidad hacia las plantas de cinco centímetros.



**Gráfico 1. Gráfico de densidad de distribución de estructura vegetal, donde se muestra la mayor densidad de más de 0.8 cuando el diámetro a es pequeño, de menos de 2 cm. También se ve otra gran densidad de más de 0.7 cuando el diámetro es de 2 cm. Después de este segundo pico podemos ver que la densidad va disminuyendo hasta quedar en 0 en 5 cm.**

## **2.2 Clasificación de las especies según la medida del diámetro de la flor.**

Se clasificó las mediciones en “S” (*Small*), “MS” (*Medium Small*), “M” (*Medium*), “L” (*Large*) y “XL” (*Extra Large*). Las medidas menores o iguales a 8 mm se clasificaron como “S”, las flores de medida entre 8 mm a 50 mm “MS”, desde 50 mm a 100mm “M”, desde 100 mm a 150 mm “L” e iguales o mayores a 151 mm “XL”.

Según los resultados de la tabla 1, existe una gran cantidad de flores en la clasificación “S”. Existen transectos como el número 4, 5,6, y 8 que solo tienen flores clasificadas como “S”. Transectos como el 9 que existen flores clasificadas como “S” y “MS”. Por último, existen transectos como el número 16 y 20 que tienen mayor clasificación de flores incluyendo todas las clasificaciones.

	<b>S</b>	<b>MS</b>	<b>M</b>	<b>L</b>	<b>XL</b>
<b>1</b>	16	0	16	0	0
<b>2</b>	16	0	0	0	0
<b>3</b>	0	0	6	1 3	7
<b>4</b>	20	0	0	0	0

5	12	0	0	0	0
6	13	0	0	0	0
7	28	0	0	0	0
8	20	0	0	0	0
9	10	10	0	0	0
10	12	0	0	0	0
11	4	0	0	0	0
12	9	0	0	0	0
13	4	0	0	0	0
14	12	0	0	0	0
15	11	0	0	0	0
16	7	3	3	3	4
17	18	5	0	0	0
18	32	0	0	0	0
20	12	12	0	1	5

**Tabla 1. Tabla de clasificación de las especies según su transecto, la tabla indica que el transecto que tiene la mayor cantidad de plantas “S” es el transecto 18, el transecto que tiene mayor cantidad de plantas “MS” es el transecto 20, plantas “M” es el transecto 1, plantas “L” es el transecto 3 y plantas “XL” es el transecto 3.**

### 2.3 Análisis de componentes principales. (PCA)

Se realizó el PCA con los valores de estructura, se removieron algunos transectos como el transecto 11 debido a su baja cantidad de árboles grandes por consecuencia no se cataloga como bosque o matorral. Esto se comprueba con una desviación estándar, en la tabla 2, el PC1 y el PC2 obtuvieron la mayor desviación estándar con valores de 126,13 y 48,91 en consecuencia al tener la mayor desviación estándar abarcan una mayor cantidad de datos y explica 95% de la variación de sus datos del PCA.

En la tabla 3 y figura 2 podemos observar que el primer componente tiene un gradiente de plantas más pequeñas (0,73) (*small, medium small, medium*) y el segundo componente tiene un gradiente hacia plantas menos pequeñas (-0,6) (*large y extra large*). Las plantas leñosas que constituyen *medium y medium small* tienen una asociación positiva con el PC1, mientras *small* tiene una asociación negativa. Las plantas *large* tiene una asociación positiva sobre el PC2, mientras el mismo tiene una asociación negativa con las más pequeñas.

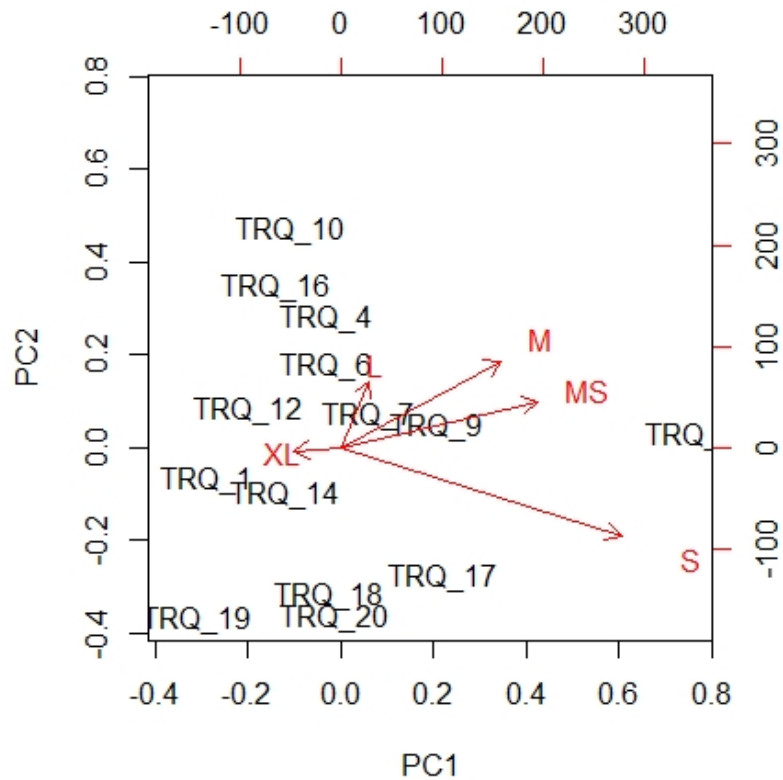
En la figura 2, el PCA muestra que se agrupan los transectos desde el punto medio, el primer cuadrante se agrupa según su morfología a TRQ 10, TRQ 16, TRQ 4, TRQ 6 y TRQ 12. El segundo cuadrante como TRQ 7, TRQ 9. El tercer cuadrante agrupa según su morfología a TRQ 1, TRQ 14 y TRQ 19. El cuarto cuadrante agrupa a TRQ 18, TRQ 20 y TRQ 17. El transecto TRQ 2 es diferente a todos los demás, tiene más cantidad de plantas *small, small medium y medium*, por lo que podría agruparse solo.

También podemos ver en la figura 2, como en el PC1 la mayoría de las especies son plantas pequeñas y se puede observar una disminución en las especies *extra large*.

En el PC2 podemos observar la mayor cantidad de especies *medium y large* por consecuente existe una disminución de especies *small y extra large*.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Desviación Estándar	126,135	48,912	22,187	15,061	14,645
Proporción de Varianza	0,8271	0,1244	0,02559	0,01179	0,01115
Proporción acumulativa	0,8271	0,9515	0,97706	0,9888	1

**Tabla 2. Datos descriptivos del PCA, donde la desviación estándar del PC1 es el mayor valor de 126,13; el menor valor es del PC5 de 14,64.**



**Gráfico 2 Gráfico de PCA compuesto de PC1 y PC2, donde el primer grupo es TRQ 10, TRQ 16, TRQ 4, TRQ 6 y TRQ 12. El segundo grupo como TRQ 7, TRQ 9. El**

tercer grupo es TRQ 1, TRQ 14 y TRQ 19. El cuarto grupo es TRQ 18, TRQ 20 y TRQ 17. El transecto TRQ 2 está lejos de todos los anteriores.

	PC1	PC2
S	0,734	-0,600
M	0,515	0,313
S		
M	0,417	0,583
L	0,074	0,448
XL	-0,121	-0,023

**Tabla 3. Datos descriptivos de los diferentes tamaños de las plantas donde se observan diferentes tamaños de plantas. En el PC1 la mayor cantidad de plantas son small (0,73), seguido por medium small (0,51), la menor cantidad de plantas son plantas extra large (-0,12). Por otra parte, en el PC2 la mayor cantidad de plantas son medium (0,58) y large (0,44), la menor cantidad de plantas son extra large (-0,02).**

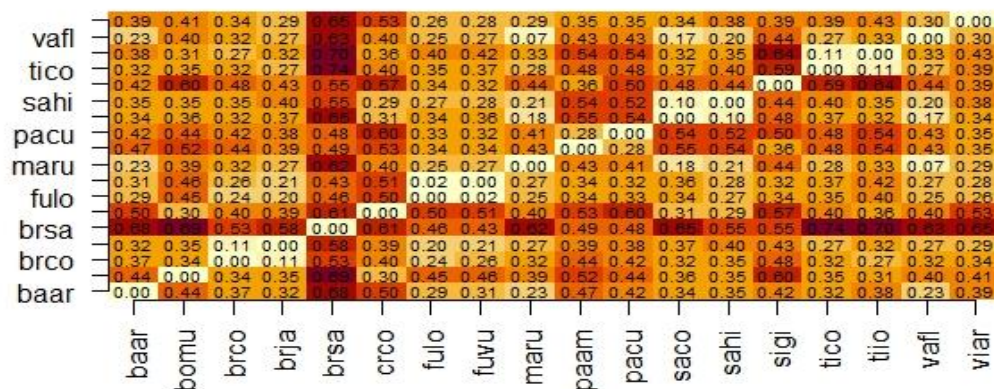
#### **2.4 Relación entre la diversidad funcional en flores y el gradiente de disturbio.**

Se calculó las disimilaridades según Gower distance entre plantas. En la figura 3 se declara el porcentaje de diferencia de las flores evaluadas.

Las flores que tiene mayor cantidad de semejanzas con otras: *Fuchsia loxensis* (fulo), *Fuchsia vulcanica* (fuvu), *Maclenia rupestris*. La especie con mayor disimilaridad de las

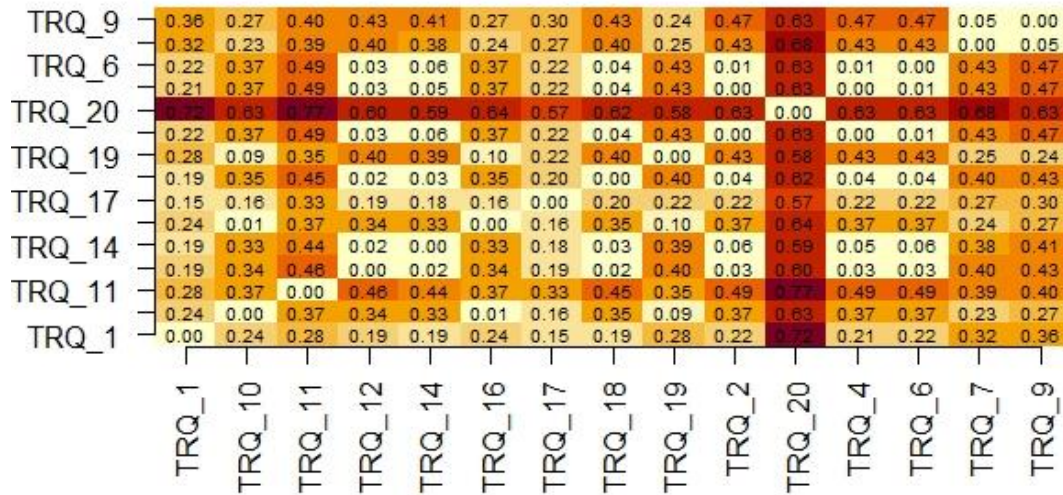
estudiadas es *Brugmansia sanguinea*. Hay especies que entre sí son muy similares por lo que se reunieron cuatro grupos.

Se evaluó la funcionalidad de las variables con respecto a cada sitio evaluado. Como se puede observar en la figura 4. hay transectos que muestran mayor funcionalidad con otros y los podemos agrupar en cinco grupos TRQ4, TRQ6, TRQ2, TRQ18, TRQ12, TRQ14; TRQ1, TRQ17; TRQ10, TRQ16; TRQ11, TRQ19, TRQ7, TRQ9. Por último, TRQ20 no tiene una gran composición funcional con otros por lo que forma su propio conjunto.



**Gráfico 3. Gráfico de calor de distancia de Gower entre las especies encontradas en Tariqui donde están las siguientes especies: Barnadesia arbórea (baar), Bomarea multiflora (bomu), Brachyotum confertum (brco), Brachyotum jamesonii (brja), Brugmansia sanguinea (brsa), Crocosmia x crocosmiiflora (crco), Fuchsia loxensis (fulo), Fuchsia vulcanica (fuvu), Maclenia rupestris (maru), Passiflora ampullacea (paam), Passiflora cubalensis (pacu), Salvia corrugata (saco), Salvia hirta (sahi), Siphocampylus giganteus (sigi), Tillandsia complanata (tico), Tillandsia ionochroma (tiio), Vaccinium floribundum (vafi), Viola arguta (viar). En este gráfico se puede ver que los colores claros son los más semejantes y el porcentaje de diferencia entre especies aumenta mientras más oscuro es el color.**





**Gráfico 4. Gráfico de calor de la composición funcional entre las parcelas de Tarqui.** Este grafico indica los colores más claros como los que tienen más semejanza entre sí y los colores más oscuros indica las parcelas con más diferencias entre sí.

### 2.5 Variación de la diversidad funcional dentro de un gradiente de disturbio.

Se utilizó el índice de diversidad funcional (dbFD) para observar cómo se diferencian los sitios según las características de las plantas y las especies en los transectos. En la tabla 4 se indica que el primer valor evalúa la funcionalidad de cada especie por separado, y el segundo valor indica el número de especies representativas del sitio. En este caso encontramos que los valores de las dos columnas son iguales, por lo que se muestra que cada especie realiza una función diferente en cada sitio.

Transecto	Funcionalidad.sp	Número.sp
TRQ_1	4	4
TRQ_10	3	3
TRQ_11	5	5
TRQ_12	9	9
TRQ_14	7	7
TRQ_16	3	3
TRQ_17	10	10
TRQ_18	10	10
TRQ_19	7	7
TRQ_2	4	4
TRQ_20	6	6
TRQ_4	8	8
TRQ_6	7	7
TRQ_7	7	7
TRQ_9	7	7

**Tabla 4. Tabla de índice de diversidad funcional entre los transectos de Tarqui y las especies encontradas en los mismos transectos. En esta tabla podemos observar que la funcionalidad y número de especies son el mismo valor, así podemos entender que el un valor depende directamente del otro.**

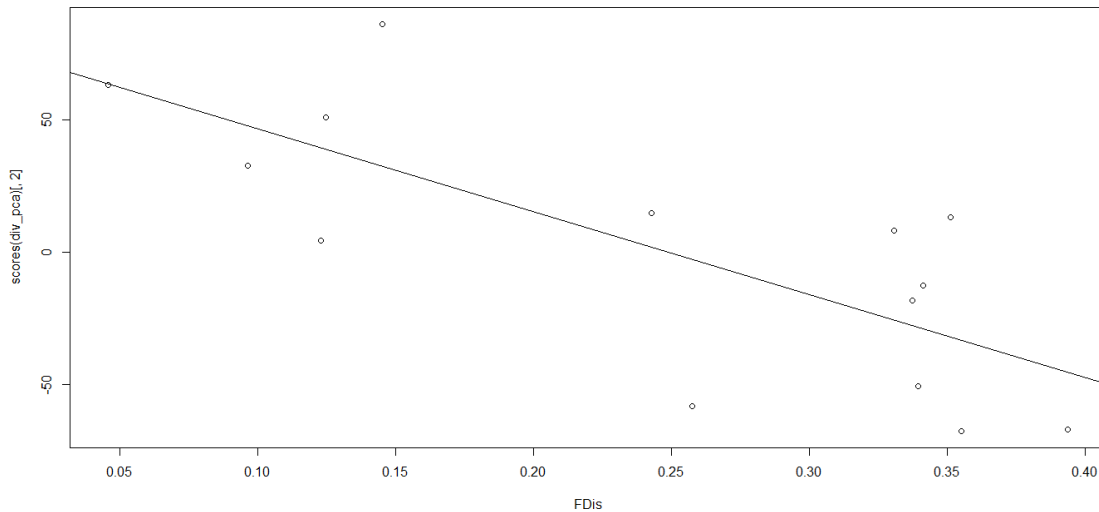
## 2.6 Diversidad funcional en flores y la riqueza de especies vegetales en la microcuenca de Tarqui.

Se realizó un modelo de regresión lineal del modelo que evalúa la relación entre el PC2, la especialización funcional. En el modelo de la tabla 5 se tiene como valor mínimo -55,44, como máximo 53,75, y como mediana 4,64. El valor de P es igual a 0,001. Se puede observar en el gráfico. 1, que la relación entre el PCA y FDIS de la regresión es negativa.

El valor residual de error estándar es 33,42 en 12 grados de libertad. El valor R cuadrado es 0,56 y el valor R cuadrado ajustado es 0,53. El resultado de la prueba de Fisher es 15,83 en 1 y 12 DF, el valor de P es 0,0018. Con estos valores podemos mostrar que el modelo prueba la normalidad de sus datos, demostrando la hipótesis nula.

lm(formula = scores(div_pca)[, 2] ~ FDis, data = FD_final[-3, ])					
Residuales	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-55.445	-22.131	4.648	15.565	53.754
Coeficientes	Std Estimado	Error	T Valor	Pr(> t )	
Intercept	77,91	21,52	3,620	0,00352 **	
Fdis	-312,95	78,65	-3,979	0,00183 **	
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

**Tabla 5.** Tabla descriptiva de la regresión lineal de PC2, esta muestra el valor mínimo -55.44, la mediana 4.68 y el valor máximo 53.75 el valor P de la especialización funcional en el PC2 es 0.0018.



**Gráfico 5. Modelo lineal de la variable de respuesta de PC2 con la mejor variable de respuesta dado por el AIC, la especialización funcional. El gráfico nos muestra una regresión negativa de la especialización funcional según el PC2.**

### **Criterio de información de Akaike (AIC)**

Según la relación entre el PCA y las variables predictoras, en la tabla 7 se interpreta que según los valores AIC el modelo con mejor soporte fue el “mod.4” que se centra en el PC2, divergencia funcional y la especialización funcional.

Según los modelos de la tabla 8, junto con la variable de respuesta de PC1, el valor de AIC más aceptada es divergencia funcional y la especialización funcional

	Variable Respuesta	VARIABLES Predictoras	Df	AIC
mod.1		1	2	151,61
mod.2	PC2	FEve + FDis + FDiv + FRic	6	145,87
mod.3		FEve + FDis + FDiv	5	144,33
mod.4		FDis + FDiv	4	142,33
mod.5		FDis	3	141,84

**Tabla 6. Valores obtenidos de los modelos lineales entre las variables predictoras y la variable de respuesta del PC2, donde el valor del mejor AIC es 141,84 del modelo de la especialización funcional.**

	Variable Respuesta	VARIABLES Predictoras	Df	AIC
mod.1		1	2	178,13
mod.2	PC1	FEve + FDis + FDiv + FRic	6	182,98
mod.3		FEve + FDis + FDiv	5	182,26
mod.4		FDis + FDiv	4	180,89
mod.5		FDis	3	179,65

**Tabla 7. Valores obtenidos de los modelos lineales entre las variables predictoras y la variable de respuesta del PC1, donde el valor del mejor AIC es 179.65 de la especialización funcional.**

### **Shapiro-Wilk**

Se practicó un test de Shapiro al modelo que se escogió para poder ver la normalidad de los residuos del modelo lineal. El resultado fue favorable debido a que su resultado es 0,971. Por ser tan cercano a 1 se acepta que el modelo pasa el supuesto de normalidad de residuos, por lo que tiene una distribución normal y el valor de  $P = 0,89$  es mayor al nivel de significancia por lo que se puede aceptar la significancia de los resultados.

## Discusiones

En la búsqueda de la variación de la diversidad funcional, mediante el análisis las características morfológicas de flores polinizadas por colibríes, podemos concluir que a base del índice encontrado cada especie realiza una función independiente en cada sitio, por lo que sería única para la diversidad funcional y no podría ser remplazada por otra especie.

El objetivo que se planteó en este trabajo fue entender la variación en la diversidad funcional dentro de las características morfológicas en las diferentes especies vegetales en la microcuenca de Tarqui; De esta forma entender cuál es la relación entre la diversidad funcional en flores y el gradiente de disturbio para relacionar la diversidad funcional en flores y la estructura de especies vegetales en la microcuenca de Tarqui.

Posteriormente se evaluó la relación entre la diversidad funcional de las especies del estudio. Aquí encontramos que *Barnadesia arbórea*, *Salvia hirta*, *Tillandsia ionochroma*, *Tillandsia complanata*, *Viola arguta* tienen semejanzas entre especies, siendo las que se pueden incluir en un grupo. Otro grupo funcional puede incluye *Brachyotum confertum*, *Brachyotum jamesonii*, *Fuchsia loxensis*, *Fuchsia vulcanica*, *Maclenia rupestris*, *Salvia corrugata*, *Vaccinium floribundum*, ya que, de la misma forma mencionada anteriormente, tienen características semejantes. *Bomarea multiflora*, *Crocasmia x crocosmiiflora* forman un grupo y el último grupo es de *Passiflora ampullacea*, *Passiflora cubalensis*, *Siphocampylus giganteus*. La especie *Brugmansia sanguínea* no se pudo agrupar debido a las diferencias que presentó.

De igual forma se midió la funcionalidad de los transectos y se pudo hacer cinco grupos. TRQ4, TRQ6, TRQ2, TRQ18, TRQ12, TRQ14 es el primer grupo y consiste en ecosistemas de matorral y bosque secundario. TRQ1, TRQ17 es el segundo grupo, estos consisten en ecosistema de matorral. TRQ10, TRQ16 es el tercer grupo, consisten en ecosistema de matorral. TRQ11, TRQ19, TRQ7, TRQ9 es el cuarto grupo y consiste en

ecosistema de matorral, pasto con árboles y bosque. TRQ20 no incluye en ningún grupo y su ecosistema es bosque secundario. Este último transecto es un bosque secundario recién en desarrollo por lo que su diversidad era diferente a los otros.

Entre los diferentes grupos que se presentan, se encuentran relaciones entre ellos, debido a que entre sus grupos se puede apreciar que, las especies que se encuentran son lo que ayuda a la clasificación de los ecosistemas. De esta forma no se podría comparar a los transectos si no estuvieran las especies de plantas en dicho transecto. Tanto las especies vegetales como el gradiente de disturbio están ligados lo uno con lo otro. Donde hay un transecto que no se puede agrupar con otro, hay una especie de flor que no se puede agrupar con otra especie.

Por último, para relacionar la diversidad funcional en flores y la riqueza de especies vegetales en la microcuenca de Tarqui, se realizó un modelo de regresión lineal. En esta regresión se vio que la relación es negativa y se observa en el gráfico que al aumentar el disturbio se disminuye la cantidad de plantas “L”, “M”, “MS”.



## Conclusiones

Para lograr entender las interacciones entre comunidades dentro de la microcuenca de Tarqui, es importante abordar el conocimiento de la diversidad funcional, resulta de separar a las especies por grupos funcionales considerando uno o varios de sus atributos (Orozco-Segovia et al, 2009). De esta forma al proponernos entender la variación de la diversidad funcional de características morfológicas en flores de especies vegetales polinizadas por colibríes.

En las especies vegetales estudiadas se observa cómo interactúan unas con otras, observando la coevolución como un proceso en la que la genética participa con la ecología bajo causa y efecto (Fontúrbel, 2010). Las especies vegetales han evolucionado a diferentes ecosistemas, por ejemplo: *Fuchsia sp* tolera diferentes tipos de iluminación (Caranqui, 2011), por lo que se puede ver su mayormente disperso en varios ecosistemas, teniendo una mayor relevancia dentro de la diversidad funcional. Otro ejemplo de importancia en la diversidad funcional es la de *Salvia corrugata* se desarrolla en lugares con un poco de sombra y que estén en lugares cálidos (Whittlesey, 2014). Por lo que una especie es indispensable para el desarrollo de otra especie, formando diferentes conjuntos de diversidad funcional.

La diversidad funcional se puede presentar de diferentes maneras, una más macro es la de Weiher et al. (2011). Weiher menciona que la diversidad funcional incrementa junto con la edad del bosque, ya que, los bosques más jóvenes pueden necesitar una polinización abiótica. Es por esto que el bosque secundario solo se agrupó con el matorral maduro mostrando una diversidad funcional parecida entre ellos. Sin embargo, ecosistemas más jóvenes como matorrales y lugares con pasto y ciertos árboles se agruparon entre ellos.

Sin embargo, se puede ver en este proyecto que se necesitan más datos para entender de mejor manera la diversidad funcional en plantas por lo que se recomienda recolectar más datos en diferentes ecosistemas y de diferentes polinizadores.

## Bibliografía

Aguilar, Z., P. Hidalgo y C. Ulloa. (2009). Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador. Proyecto de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Alpacas en los Páramos de Zuleta. PPA-EcoCiencia. Quito.

Ballesteros Correa Jesús, Perez-Torres Jairo. (2016). “De ciencia animal diversidad funcional: Un aspecto clave en la provisión de servicios ecosistémicos. Functional Diversity: A key aspect in the provision of ecosystem services.” 8(1):94–111.

Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J., & Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(16), 9383–9387. <https://doi.org/10.1073/pnas.1633576100>

Bateman, R. M., & Rudall, P. J. (2006). Evolutionary and morphometric implications of morphological variation among flowers within an inflorescence: a case-study using European orchids. *Annals of Botany*, 98(5), 975–993. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl191>

Bellwood, D. R., Hughes, T. P., & Hoey, A. S. (2006). Sleeping functional group drives coral-reef recovery. *Current Biology: CB*, 16(24), 2434–2439. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.10.030>

Bidwell, R. G. (1993). *Fisiología Vegetal*. Mexico D F: A G T Editor SA.

Bravo Velásquez, E. (2013). *Apuntes sobre la biodiversidad del Ecuador*. Abya Yala / UPS

Brawn, J. D., Robinson, S. K., & Thompson, F. R., III. (2001). The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32(1), 251–276. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114031>

Cadotte, M. W., Carscadden, K., & Mirotnick, N. (2011). Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services: Functional diversity in ecology and conservation. *The Journal of Applied Ecology*, 48(5), 1079–1087. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02048.x>

Caranqui, J. (2011). Avances taxonómicos y de propagación del genero Fuchsia en Ecuador. *Sociedad Botanica del Cusco. Re. QEUÑA* 4: 39-45

Carretero, J. L. (1992). A new species of *Anthemis* L. (Asteraceae) from Central Spain. *Botanical journal of the Linnean Society. Linnean Society of London*, 110(4), 379–383. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1992.tb00300.x>

Chapin, D. M., Cohen, K. P., Davis, W. K., Kintner, E. E., Koch, L. J., Landis, J. W., Levenson, M., Mandil, I. H., Pate, Z. T., Rockwell, T., Schriesheim, A., Simpson, J. W., Squire, A., Starr, C., Stone, H. E., Taylor, J. J., Todreas, N. E., Wolfe, B., & Zebroski, E. L. (2002). Nuclear safety. Nuclear power plants and their fuel as terrorist targets. *Science* (New York, N.Y.), 297(5589), 1997–1999. <https://doi.org/10.1126/science.1077855>

Córdova-Tapia, Fernando and Luis Zambrano. (2015). “La Diversidad Funcional En La Ecología de Comunidades.” *Revista Ecosistemas* 24(3):78–87. Recuperado de (<https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1077>).

Dirick, L., Claeskens, G., & Baesens, B. (2015). An Akaike information criterion for multiple event mixture cure models. *European journal of operational research*, 241(2), 449–457. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.08.038>

Ellswood P. Killip, (1938) *The American Species of Passifloraceae*, Field Museum Natural History, Chicago.

Endress, P. K. (2001). Origins of flower morphology. *The Journal of Experimental Zoology*, 291(2), 105–115. <https://doi.org/10.1002/jez.1063>

Fægri, K., & Van Der Pijl, L. (1979). Techniques in pollination ecology. En *Principles of Pollination Ecology* (pp. 4–6). Elsevier.

Feinsinger, P., Busby, W. H., & Tiebout, H. M., 3rd. (1988). Effects of indiscriminate foraging by tropical hummingbirds on pollination and plant reproductive success: experiments with two tropical treelets (Rubiaceae). *Oecologia*, 76(3), 471–474. <https://doi.org/10.1007/BF00377045>

Fischer, J., Brosi, B., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., Goldman, R., Goldstein, J., Lindenmayer, D. B., Manning, A. D., Mooney, H. A., Pejchar, L., Ranganathan, J., & Tallis, H. (2008). Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Frontiers in ecology and the environment*, 6(7), 380–385. <https://doi.org/10.1890/070019>

Fonseca, C. R., & Ganade, G. (2001). Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems: Functional redundancy and extinction. *The Journal of Ecology*, 89(1), 118–125. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2001.00528.x>

Fontúrbel, F. & C. Molina. (En prensa). Consideraciones genéticas de la coevolución en plantas: un breve análisis de la coevolución planta–insecto. *Revista Estudiantil de Biología, La Paz*.

GAD Parroquial Tarqui. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia Tarqui.

Gamfeldt, L., Hillebrand, H., & Jonsson, P. R. (2008). Multiple functions increase the importance of biodiversity for overall ecosystem functioning. *Ecology*, 89(5), 1223–1231. <https://doi.org/10.1890/06-2091.1>

Gegear, R. J., Burns, R., & Swoboda-Bhattarai, K. A. (2017). “Hummingbird” floral traits interact synergistically to discourage visitation by bumble bee foragers. *Ecology*, 98(2), 489–499. <https://doi.org/10.1002/ecy.1661>.

Hornung C. (2011). Anatomía Foliar de *Tillandsia complanata* Benth. Leaf Anatomy of *Tillandsia complanata* Benth. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Idárraga P., A. & R. Callejas P. (2011). Análisis florístico de la vegetación del Departamento de Antioquia. pp- 00- 00. En: A. Idárraga, R. del C. Ortiz, R. Callejas & M. Merello (eds.). Flora de Antioquia: catálogo de las plantas vasculares. vol. II. Listado de las plantas vasculares del departamento de Antioquia. Programa Expedición Antioquia-2103. Series Biodiversidad y Recursos Naturales. Universidad de Antioquia, Missouri Botanical Garden & Oficina de planeación departamental de la gobernación de Antioquia, Editorial D’Vinni, Bogotá, Colombia.

Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J. et al. Warner. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293: 629-637

Jaramillo, T. (2013). Plantas Nativas de la Hoya de Quito. Fundación Botánica de los Andes, Jardín Botánico de Quito. Quito, Ecuador.

Jorgensen, P. M. C., R. Ulloa, Valencia y J. E. Madsen. (1995). A floristic analysis of the high andes of ecuador. S.P. Churchill et al. (editors), Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden.

Jørgensen, P. & Pitman, N. 2004. *Passiflora ampullacea*. The IUCN Red List of Threatened Species (2004): e.T45538A11003831. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T45538A11003831>.

Jorgensen, P. M., and S. León-Yáñez. (1999). Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden. St. Louis, Missouri, USA.

Kuppler, J., Grasegger, T., Peters, B., Popp, S., Schlager, M., & Junker, R. R. (2017). Volatility of network indices due to undersampling of intraspecific variation in plant–

insect interactions. *Arthropod-plant interactions*, 11(4), 561–566.  
<https://doi.org/10.1007/s11829-016-9493-1>

Landis, W. G. (2007). The spatial structure of populations and ecological risk assessment. En *Population-Level Ecological Risk Assessment* (pp. 113–128). CRC Press.

León-Yáñez, S. (2017). *Fuchsia loxensis*. En: León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitmam, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y H. Navarrete (Eds). *Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador*. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. < <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/FichaEspecie/Fuchsia%20loxensis>>.

Maguire, B., Cowan, R. S., & Wurdack, J. J. (2011). The botany of the guayana highland, part 1: *Memoirs of the New York botanical garden*, V8, no. 2, April, 1953. Literary Licensing.

Mason, N.W.H., Mouillot, D., Lee, W.G., Wilson, B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos* 111: 112-118

Mazerolle, D. F., & Hobson, K. A. (2004). Territory size and overlap in male Ovenbirds: contrasting a fragmented and contiguous boreal forest. *Canadian Journal of Zoology*, 82(11), 1774–1781. <https://doi.org/10.1139/z04-175>

Mercer, J. R., Smith, A., Downs, A., & Lachman, M. L. (1977). Achieving Effective Desegregation. *The American political science review*, 71(4), 1686. <https://doi.org/10.2307/1961559>.

Minga, D., Guzmán, N., Jiménez, M. & A. Verdugo. (2021). *Plantas nativas de los ecosistemas del Azuay, un acercamiento conceptual al Jardín Botánico de Cuenca-Ecuador*. Universidad del Azuay.

Minga, D y A. Verdugo. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca*. Serie Textos Apoyo a la Docencia Universidad del Azuay. Imprenta Don Bosco. Cuenca

Minga, D. (2000). Árboles y arbustos del Bosque de Mazán, Tomo II. Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua potable y Alcantarillado. Cuenca, Ecuador.

Motulsky, H., & Christopoulos, A. (2004). Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression: A practical guide to curve fitting. Oxford University Press.

Mouchet, M.A.; Villéger, S.; Mason, N.W.H. & Mouillot, D. (2010). Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology* 24: 867-876

Naeem, S., Wright, J.P. (2003). Disentangling biodiversity effects on ecosystem functioning: deriving solutions to a seemingly insurmountable problem. *Ecology Letters* 6: 567-579

Nattero, Julieta, Andrea A. Cocucci, Instituto Multidisciplinario, De Biología Vegetal, and Conicet-universidad Nacional De Córdoba. (2018). “Geographical Variation in Floral Traits of the Tree Tobacco in Relation to Its Hummingbird Pollinator Fauna.” (May):657–67.

Orellana, Diana. (2011). “Hacia La Ordenación de Los Territorios de Protección Natural Del Área de Influencia Inmediata de La Ciudad de Cuenca.”

Orozco Segovia, A. G. (2009). La diversidad funcional del ecosistema. Universidad Nacional Autónoma de México: Departamento de Ecología Funcional, Instituto de Ecología.

Parker, I. M., and K. A. Haubensak. (2002). Comparative pollinator limitation of two non-native shrubs: do mutualisms influence invasions *Oecologia* 130:250-258. <https://doi.org/10.1007/s004420100799>.

Rojas González, B. G. (2018). Efecto de la pérdida de especies en redes de interacción ‘planta-colibrí’ en el bosque alto andino Yanacocha, faldas del volcán Pichincha, Ecuador.

Romoleroux, K., Cárate-Tandalla, D., Erler, R., Navarrete, H. (2019). Bomarea multiflora. En: Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi. Version 2019.0. <https://bioweb.bio/floraweb/polylepis>, recuperado el 2 de junio de 2021

Rosenfeld, J.S. (2002). Functional redundancy in ecology and conservation. *Oikos* 98:156-162.

Ruiz-Agudelo, C. A., Bello, C., Londoño-Murcia, M. C., Alterio, H., Urbina-Cardona, J. N., Buitrago, A., ... & Mahecha, J. V. R. (2011). Protocolo para la valoración económica de los servicios ecosistémicos en los Andes colombianos, a través del método de transferencia de beneficios. Reflexiones sobre el Capital Natural de Colombia.

Smith, Thomas M. and Robert Leo Smith. (2007). Ecología. Recuperado de <https://books.google.com/books?id=AdPSNAAACAAJ&pgis=1>.

Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M., & Siemann, E. (1997). The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* (New York, N.Y.), 277(5330), 1300–1302. <https://doi.org/10.1126/science.277.5330.1300>.

Truylio, B., B. Harter-Marques & W. Engels. (2002). Biología floral e polinizagao de *Sisyrinchium micranthum* (Iridaceae) na Regiao do Planalto das Araucarias do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociencias* 10: 11-24.

Vázquez- Yanes, C., Orozco-Segovia A. (1990). Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. *Oecologia* 83: 171-175.

Verdugo, Karla, & Huachi, Laura, & Coba Santamaría, Pablo, & Paredes, María Fernanda, & Yugsi, Elizabeth, & Coronel, Daniel (2012). Estudio Etnobotanico del Mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 16(2),5-13.



Villéger, S., Mason, N. W. H., & Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89(8), 2290–2301. <https://doi.org/10.1890/07-1206.1>

Villéger, S., Ramos Miranda, J., Flores Hernández, D., & Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America*, 20(6), 1512–1522. <https://doi.org/10.1890/09-1310.1>

Weiher, E.; Freund, D.; Bunton, T.; Stefanski, A.; Lee, T. & Bentivenga, S. (2011). Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 366: 2403-2413.

Whittlesey, J. (2014). *The Plant Lover's Guide to Salvias*. Timber Press.

Wurdack, J. (1988). *Flora of Ecuador, Melastomataceae, No 13*. Edited by Harling and Sparre. *Nordic Journal of Botany*

## Anexos

### Anexo1




Posición geográfica de los transectos y clasificación de cobertura de cada transecto.



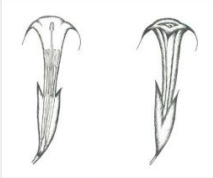


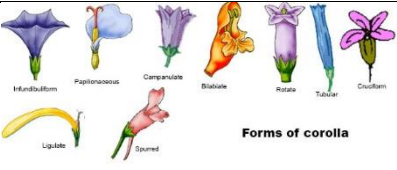
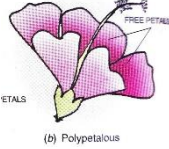
<b>Transecto</b>	<b>Z</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Tipo cobertura principal</b>
TRQ_01	3168	708105	9663117	Matorral
TRQ_02	3327	706211	9663144	Matorral
TRQ_03	3381	705441	9663838	Bosque de Pino
TRQ_04	3204	707345	9663070	Matorral
TRQ_05	3004	709520	9663002	Pasto con arboles
TRQ_06	2988	710172	9664128	Matorral
TRQ_07	3058	709680	9665070	Matorral
TRQ_08	3082	708890	9665176	Matorral
TRQ_09	3111	707493	9664910	Matorral
TRQ_10	3057	710432	9666081	Matorral
TRQ_11	3002	711859	9666199	Pasto con arboles
TRQ_12	3240	705848	9665824	Bosque secundario
TRQ_13	3029	710554	9663455	Pasto con arboles

TRQ_14	3200	707672	9665400	Matorral
TRQ_16	3016	7097985	9665974	Matorral
TRQ_17	3114	7067199	9664332	Matorral
TRQ_18	3250	7058583	9664080	Matorral
TRQ_19	3243	7049896	9664781	Bosque
TRQ_20	3436	7042069	9664578	Bosque secundario

## Anexo2

Clasificación de las características físicas de flores.

Color	Blanco crema	
	Naranja	
	Rojo	

	Morado	
	Azul	
Tipo de flor	Solitaria	 Flor solitaria
	Racimosas	 Racimo
	Cimosas	 Cima
Tipo de corola	Gamopétala	 Forms of corolla
	Diopetala	 ETALS FREE PETALS (b) Polypetalous

### Anexo3

Cuadro de los datos morfológicos que se tomaron de cada especie

Fecha de colección	Ancho de la Cámara de polinización (mm)	Color
Transecto	Largo de la Cámara de polinización (mm)	Exposición
Familia	longitud de la corola (mm)	Orientación de las flores
Especie	Longitud del pedúnculo (mm)	Sistema sexual
Individuo	Longitud de los estambres (mm)	Sistema de polinización
Código de la especie	Longitud de las tecas (mm)	Tipo de flor
Foto de laboratorio	Longitud del estigma sin ovario 1 (mm)	Tipo de inflorescencia
Apertura de la corola (foto frontal) (mm)	Longitud del estigma con ovario 1 (mm)	Emergencia
Tipo de corola	Tipo de tubo floral	Forma de vida