

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**TITULO:**

**“EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN NATURAL, SU RELACIÓN  
CON VARIABLES AMBIENTALES Y DE COBERTURA ARBÓREA EN  
ECOSISTEMAS NATURALES ALTO ANDINOS DE LA PROVINCIA  
DEL AZUAY”**

*Tesis previa a la obtención del  
título de Ingeniera Agrónoma*

**AUTORA:**

Dora Priscila Pillacela Zhunio

C.I.0106494685

**DIRECTOR:**

Ing. Ángel Oswaldo Jadán Maza M. Sc.

C.I. 1103298061

CUENCA-ECUADOR

2017



## RESUMEN

Los ecosistemas andinos constituyen una importante reserva de la biodiversidad. Estos ecosistemas a más de su riqueza biológica, aportan directamente a numerosos servicios ecosistémicos. En el presente estudio se describió la regeneración natural y su relación con variables ambientales y de cobertura arbórea en ecosistemas naturales alto-andinos (páramo y bosques secundarios) en la provincia del Azuay. Se analizaron parcelas permanentes de muestreo en donde se describió las especies leñosas ( $\leq 5$  cm de DAP) y herbáceas en términos de riqueza, diversidad, abundancia y dominancia. Estos parámetros fueron evaluados a nivel de comunidades forestales (CF) y páramo mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis ( $P < 0.05$ ). Se correlaciono variables ambientales y de cobertura arbórea más parámetros químicos de suelo a través de correlaciones no paramétricas de Spearman ( $P < 0.05$ ). La comunidad forestal uno y dos (CF1 y CF2) registraron valores mayores en los índices de riqueza, Shannon y Simpson mientras que el páramo presentó valores más altos en la abundancia y dominancia para las especies herbáceas y leñosas. La riqueza de especies herbáceas y leñosas se correlacionó positivamente con el Índice de área foliar y cobertura arbórea; el índice de densidad se correlacionó positivamente con la altitud, pero negativamente con el Índice de área foliar, cobertura arbórea y fosforo disponible (P). La dominancia de individuos presento una correlación negativa con el fosforo disponible (P). El índice de diversidad alfa de Shannon presento una correlación positiva baja con el fosforo disponible y negativa con la altitud. Se concluye que la regeneración natural puede ser una estrategia efectiva para la conservación de la diversidad florística en los ecosistemas alto andinos.

**PALABRAS CLAVES:** ECOSISTEMAS ANDINOS, BOSQUES SECUNDARIOS, PARAMO, ALTITUD.



## ABSTRACT

Andean ecosystems are an important reserve of biodiversity. In addition to their biological wealth, these ecosystems, provide also numerous ecosystem services. In this study, natural regeneration was described and its relation with environmental variables and tree cover in High-Andean natural ecosystems (paramo and secondary forests) in the Azuay province was characterized. Woody ( $\leq 5.0$  cm de D.B.H.) and herbaceous species were described in permanent sampling plots to determine richness, diversity, abundance and dominance. These parameters were evaluated at the level of forest communities (FC) and paramo using non-parametric Kruskal-Wallis tests ( $P < 0.05$ ). Also, correlations between soil chemical parameters, environmental variables and tree cover were tested using non-parametric Spearman correlations ( $P < 0.05$ ). Forest communities one and two (FC1 and FC2, respectively) had the highest values of richness, Simpson and Shannon diversity indices for both herbaceous and woody species. Herbaceous and woody species richness was positively correlated with leaf area index and tree cover; density index was positively correlated with the altitude, but negatively correlated with leaf area index, tree cover and available phosphorous (P). The dominance of individuals was negatively correlated with the available phosphorous (P). Shannon's alpha diversity index presented a small positive correlation with the available phosphorous (P) and negatively correlated to altitude. In conclusion the natural regeneration can be an effective strategy for the conservation of plant biodiversity in the High-Andean ecosystems.

**KEYWORDS:** HIGH ANDEAN ECOSYSTEMS, SECONDARY FORESTS, PÁRAMO, ALTITUDE.



## INDICE

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>17</b>
<b>2. JUSTIFICACION .....</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. Objetivo General .....	21
3.2. Objetivos específicos .....	21
<b>4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>5. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
5.1. Riqueza florística en ecosistemas naturales alto andinos .....	22
5.2. Regeneración natural en ecosistemas de bosques y páramo.....	22
5.3. Relación entre la riqueza de especies con la variación altitudinal.....	23
5.4. Funciones de la regeneración natural .....	24
5.5. Índice de área Foliar y la cobertura arbórea.....	24
<b>6. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>26</b>
6.1. Ubicación y descripción de área de estudio .....	26
6.2. Selección de los sitios de investigación y muestreo.....	27
6.3. Descripción la regeneración natural (Primer objetivo).....	28
6.3.1. Determinación de comunidades forestales .....	28
6.3.2. Riqueza, Diversidad, Abundancia y Dominancia de la regeneración natural	29
6.4. Correlaciones entre parámetros de la regeneración natural y variables ambientales (Segundo objetivo específico).....	30



<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
7.1. Composición florística .....	32
7.2. Descripción la regeneración natural (Primer objetivo).....	32
7.2.1. Riqueza, Diversidad, Abundancia y Dominancia a nivel de comunidad forestal.....	32
7.2.1.1. Especies totales (herbáceas y leñosas) .....	32
7.2.1.2. Especies herbáceas .....	34
7.2.1.3. Especies leñosas.....	35
7.3. Especies importantes ecológicamente por su Índice de valor de importancia (IVI).....	36
7.4. Relación entre parámetros de la vegetación con variables ambientales (segundo objetivo).....	45
7.4.1. Especies Herbáceas y leñosas (total) .....	45
7.4.2. Especies herbáceas.....	48
7.4.3. Especies leñosas .....	50
<b>8. DISCUSION.....</b>	<b>53</b>
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
9.1. Conclusiones.....	56
9.2. Recomendaciones .....	57
<b>10. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>58</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>65</b>



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de los ecosistemas naturales alto andinos de la provincia del Azuay .....	27
<b>Figura 2.</b> Esquema de la parcela de 20 m x 25 m; 5 subparcelas experimentales de 2 m x 2m .....	28
<b>Figura 3.</b> Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas y leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay. ....	33
<b>Figura 4.</b> Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay. ....	35
<b>Figura 5.</b> Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay. ....	36
<b>Figura 6.</b> Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal uno (CF1). ....	38
<b>Figura 7.</b> Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies en herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal dos (CF2). ....	38
<b>Figura 8.</b> Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente para el ecosistema de páramo. ....	39



**Figura 9.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal uno (CF1). ..... 41

**Figura 10.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal dos (CF2). ..... 41

**Figura 11.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente para el ecosistema de páramo. . 42

**Figura 12.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal uno (CF1) ..... 43

**Figura 13.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal dos (CF2). ..... 44

**Figura 14.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente para el ecosistema de páramo. .... 44

**Figura 15.** Valores de Riqueza e Índice de Área foliar para las especies herbáceas y leñosas por comunidades forestales y páramo..... 45

**Figura 16.** Valores de Riqueza e Índice de Área Foliar para las especies herbáceas por comunidades forestales y páramo..... 48

**Figura 17.** Valores de Riqueza e Índice de Área Foliar para las especies leñosas por comunidades forestales y páramo. .... 50



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Rangos altitudinales en los sitios de investigación (Pillachiquir, Irquis, Gañadel y Soldados).....	28
<b>Tabla 2.</b> Agrupamiento de parcelas por comunidades forestales en ecosistemas altoandinos de la provincia del Azuay .....	29
<b>Tabla 3.</b> Agrupamiento de parcelas por comunidades forestales en ecosistemas de la provincia del Azuay.....	32
<b>Tabla 4.</b> Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas y leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay. ....	33
<b>Tabla 5.</b> Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay. ....	34
<b>Tabla 6.</b> Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay. ....	35
<b>Tabla 7.</b> Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies en herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente por comunidades forestales (CF1 y CF2) y ecosistema de páramo. ....	37
<b>Tabla 8.</b> Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente por comunidad forestal (CF) y ecosistema de páramo. ....	39
<b>Tabla 9.</b> Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente por comunidad forestal (CF) y ecosistema de páramo. ....	42



**Tabla 10.** Análisis de correlación de Spearman de variables dependientes con variables independientes en especies herbáceas y leñosas identificadas en ecosistema altoandinos de bosques secundarios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) y páramo (Soldados) de la provincia del Azuay. .... 46

**Tabla 11.** Análisis de correlación de Spearman de variables dependientes y variables independientes en especies herbáceas identificadas en ecosistema altoandinos de bosques secundarios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) y páramo (Soldados) de la provincia del Azuay. .... 48

**Tabla 12.** Análisis de correlación de Spearman de variables dependientes y variables independientes en las especies leñosas identificadas en ecosistema alto-andinos de bosques secundarios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) y páramo (Soldados) de la provincia del Azuay. .... 51



## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Índices de variables ambientales, vegetales y edáficas en la comunidad forestal uno (CF1).....	65
<b>Anexo 2.</b> Índices de variables ambientales, vegetales y edáficas en la comunidad forestal dos (CF2). ....	66
<b>Anexo 3.</b> Índices de variables ambientales, vegetales y edáficas en el ecosistema de páramo. ....	67
<b>Anexo 4.</b> Especies más importantes para las herbáceas y leñosas según el Índice de Valor de Importancia (IVI) por comunidad forestal y ecosistema de páramo.....	68
<b>Anexo 5.</b> Especies más importantes para las herbáceas según el Índice de Valor de Importancia (IVI) por comunidad forestal y ecosistema de páramo. ....	76
<b>Anexo 6.</b> Especies más importantes para las leñosas según el Índice de Valor de Importancia (IVI) por comunidad forestal y ecosistema de páramo.....	81
<b>Anexo 7.</b> Sitios de estudio.....	85
<b>Anexo 8.</b> Especies herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente por comunidades forestales (CF) y ecosistema de páramo en la provincia del Azuay. ....	85
<b>Anexo 9.</b> Instrumento de medida Índice de área foliar (“Layer” CI-110/120 Plant Canopy Imager) y Cobertura arbórea “Layer” CI-110/120 Plant Canopy Imager.....	87



## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

IAF: Índice de área foliar

CA: Cobertura arbórea

ADEVA: Análisis de varianza

DAP: Diámetro a la altura del pecho

F: Frecuencia

FR: Frecuencia Relativa

IVI: Índice de valor de importancia

AB: Abundancia Relativa

D: Dominancia

DA: Densidad Aparente

CF: Comunidad forestal

I-Riq-T: Índice de riqueza total (herbáceas y leñosas)

I-Riq-H: Índice de riqueza de herbáceas

I-Riq-L: Índice de riqueza de leñosas

I-Den-T: Índice de densidad total (herbáceas y leñosas)

I-Den-H: Índice de densidad de herbáceas

I-Den-L: Índice de densidad de leñosas

I-Dom-T: Índice de dominancia total (herbáceas y leñosas)

I-Dom-H: Índice de dominancia de herbáceas

I-Dom-L: Índice de dominancia de leñosas



I-Sha-T: Índice de shannon total (herbáceas y leñosas)

I-Sha -H: Índice de shannon de herbáceas

I-Sha -L: Índice de shannon de leñosas



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Yo Dora Priscila Pillacela Zhunio en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**Evaluación de la regeneración natural, su relación con variables ambientales y de cobertura arbórea en ecosistemas naturales alto andinos de la Provincia del Azuay**", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Octubre del 2017

Dora Priscila Pillacela Zhunio

C.I: 0106494685



Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, Dora Priscila Pillacela Zhunio autora del Trabajo de Titulación "**Evaluación de la regeneración natural, su relación con variables ambientales y de cobertura arbórea en ecosistemas naturales alto andinos de la Provincia del Azuay**", certifico que todas las ideas opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, Octubre del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Dora Priscila Pillacela Zhunio', written over a horizontal line.

Dora Priscila Pillacela Zhunio

C.I. 0106494685



## **AGRADECIMIENTOS**

*A la Universidad de Cuenca y a todos mis profesores por sus valiosas enseñanzas para realizar mis estudios de pregrado.*

*A mi director de tesis Ing. Oswaldo Jadán Maza M. Sc., por sus conocimientos compartidos, paciencia, tiempo y dedicación para lograr el desarrollo de esta tesis. También por todo lo que me ha enseñado.*

*A mis padres Rubén y Carmita por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida por haberme dado la oportunidad de estudiar esta carrera.*

*A mi hermano Hernán haberme apoyado en el trabajo de campo.*

*A mi tía Celina por la amistad brindada y el apoyo moral que me dio desde que empecé a estudiar en la universidad.*

*A todos mis amigos y compañeros que estuvimos juntos a lo largo de nuestra carrera universitaria.*

*Mil gracias a todos.*



## DEDICATORIA

*A Dios.*

*Por haberme dado la oportunidad de vivir, por estar conmigo en cada paso que doy y lograr mis objetivos dentro de mi formación profesional.*

*A mis padres*

*Por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento con sus valores de perseverancia y constancia, por ser el pilar fundamental en mi educación tanto académica como de la vida.*

*A mis hermanos*

*Quienes han estado junto a mi brindándome su apoyo en los momentos cuando más lo necesitaba.*



## 1. INTRODUCCION

Los bosques montanos tropicales representan uno de los ecosistemas más diversos en el mundo (Bussmann 2005). Estos bosques son fuentes de servicios ecosistémicos y refugios de la biodiversidad terrestre necesarios para el bienestar de la vida humana (Shvidenko y Gonzalez 2005). La riqueza de las especies y endemismo en los ecosistemas naturales de los Andes tropicales ha hecho que estos sean reconocidos como áreas de la biodiversidad a nivel regional y global. Además estos bosques están dentro de la lista de los hotspots mundiales debido a su alto endemismo, sin embargo estos han estado bajo presiones antropogénicas a los que históricamente han estado sometidos (Myers *et al.* 2000).

Ecuador posee 4.500 especies de plantas endémicas de las cuales 3.508 (78%) están amenazadas de estas, el 353 (8%) están en peligro de extinción (León *et al.* 2000). El páramo es considerado como un ecosistema natural de calidad florística en el Ecuador por estar representado por 628 especies endémicas (especies que existen únicamente en el Ecuador) que representa el 15% de toda la flora endémica del Ecuador. Dentro de su composición sobresalen los géneros de gramíneas *Festuca* y *Calamagrostis* (Mena y Medina 2000). Este ecosistema presenta un tipo de vegetación poco diverso pero muy homogéneo predominado principalmente las gramíneas de varios géneros como *Calamagrostis* (Mogollón y Guevara 2003)

La regeneración de los bosques está en función del almacenamiento viable de semillas en el suelo y en la copa de los arboles (Kozlowski *et al.* 1991; Kozlowski y Pallardy 1997). La regeneración natural juega un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad cuyo proceso se basa en la producción, dispersión y germinación de semillas, además del establecimiento de plántulas (Norden 2014). El mantenimiento de la regeneración natural conserva las poblaciones de especies y asegura la futura productividad de los bosques (Bawa y Seiler 1998; Mostacedo y Veblen 1999). Además, la regeneración natural es la base fundamental para la renovación y continuidad de las especies por tanto es uno de los procesos más importantes en el ciclo de vida de las plantas (Nathan y Muller 2000; Wang y Smith 2002).



Según Sierra (2013) la deforestación anual en el Ecuador entre los años 2000-2008 fue del 4.5%. A pesar de la alta diversidad de los bosques y ecosistemas naturales estos han sido deforestados para fines agrícolas, y ganaderos (Aide *et al.* 2000). Estos ecosistemas naturales, especialmente los páramos son considerados frágiles por varios factores fisiográficos como sus altas pendientes que los hacen vulnerables a la erosión en épocas lluviosas (Bussmann 2005).

La importancia de esta investigación es fundamental para fortalecer los conocimientos sobre la regeneración natural y su relación con variables ambientales y de cobertura arbórea existentes dentro de los ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay. Además, permitirá describir parámetros que permitan conocer la riqueza, diversidad, abundancia y dominancia y su relación con variables ambientales y parámetros químicos de suelo. Así mismo servirá como base para realizar futuras investigaciones en temas relacionados con la regeneración natural en ecosistemas naturales.



## 2. JUSTIFICACION

Hasta el momento son escasos los estudios sobre la regeneración en ecosistemas naturales andinos. La regeneración natural constituye un proceso que en el futuro formara la estructura de los bosques y paramos, los cuales regulan e intervienen en la producción y regulación del agua que es un recurso útil para el desarrollo de todas las actividades agrícolas y ganaderas. Según Hernandez (2012) la regeneración natural es una alternativa de restauración para los bosques caracterizada por ser eficiente y económica, además permite el desarrollo de semillas que salen de los remanentes de la vegetación nativa.

La regeneración natural es un parámetro que permite medir la respuesta de las especies a su aprovechamiento (según las necesidades de cada especie) y los niveles de reposición bajo procesos de dinámica sucesional (Aguirre *et al.* 2014).

Los factores bióticos (interacciones que las especies vegetales pueden sostener con otras especies microbianas, vegetales o animales) y abióticos (condiciones ambientales, derivadas de las características propias del suelo: infiltración, compactación, etc. y microclima: humedad, temperatura, etc.) modulan la regeneración natural en los bosques. La disponibilidad de nutrientes en el suelo es el principal factor determinante para el proceso de regeneración natural, es así que a una mayor disponibilidad de nitrógeno la tasa de establecimiento de plántulas mejora (Pérez *et al.* 2013).

La regeneración de las plantas es un proceso dinámico debido a que nuevas especies se incorporan a las comunidades florísticas o tamaños estructurales a medida que otras especies desaparecen, a causa de la mortalidad natural (Pulido 2002). Los bosques sometidos a explotación como las practicas forestales suelen alterar los parámetros de los que depende la regeneración natural (Perry 1998). También la disminución de la cobertura del dosel modifica significativamente las características micro climáticas lo que implica cambios en la regeneración (Barik *et al.* 1996; Buckley *et al.* 1998; Pullido *et al.* 2000).

A pesar del éxito la regeneración natural ha sido ignorada para fines de reforestación (Evans 2016). Más estudios ayudarían a los investigadores y



gestionadores de la biodiversidad a comparar resultados para emprender distintas estrategias de restauración (Fraser 2017).

Bajo estos antecedentes fue necesario desarrollar esta investigación para generar resultados que sirvan como herramientas dirigidas a la gestión y conservación de los ecosistemas naturales, con base al conocimiento de la diversidad en su regeneración natural. También permitió instalar sitios permanentes de investigación para monitorear la regeneración a mediano y largo plazo. Para ello a nivel local, la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Cuenca a nivel de pregrado desarrolló la presente investigación lo cual se vincula con la formación de recursos humanos e investigadores en temas de manejo y conservación de áreas de importancia biológica, ecológica y que apoyan a las cadenas productivas en el sector agrícola.

El estudio previo al desconocimiento sobre la regeneración natural se enfocó en la descripción de plantas herbáceas y leñosas en términos de riqueza y diversidad. Estos parámetros fueron evaluados en diferentes gradientes altitudinales, cobertura y variables del suelo. Esta información permitirá mejorar el conocimiento sobre la vegetación para coadyuvar al manejo y conservación de los recursos naturales andinos presentes en la provincia del Azuay.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

- Contribuir al conocimiento sobre la regeneración natural existente su relación con variables ambientales y cobertura arbórea en ecosistemas naturales andinos en la provincia del Azuay.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Describir la regeneración natural leñosa y herbácea con base a parámetros de riqueza, diversidad, abundancia y dominancia en ecosistemas naturales alto andinos: comunidades forestales y páramo en la provincia del Azuay.
- Establecer relaciones de distribución entre parámetros de la regeneración natural con variables ambientales como: altitud, cobertura arbórea, índice de área foliar, y parámetros químicos de suelo existentes en ecosistemas naturales alto andinos en la provincia del Azuay

### **4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Existe similitud en los parámetros florísticos de la regeneración natural en ecosistemas alto andinos?
- ¿Qué tipo de relación existe entre la riqueza, diversidad, abundancia y dominancia de la regeneración natural con la altitud, cobertura arbórea, índice de área foliar y parámetros químicos de suelo?



## 5. REVISION DE LITERATURA

### 5.1. Riqueza florística en ecosistemas naturales alto andinos

La riqueza en los bosques montanos está constituida por diferentes biotipos como árboles, arbustos, hierbas y epifitas. Aquí la riqueza y diversidad de los árboles es inferior a la existente en los bosques húmedos tropicales de tierras bajas (Bussmann 2005). El 64% de las especies del Ecuador está presente en los bosques montanos constituyendo una de las reservas naturales más grandes del país (Paucar 2011).

En altitudes entre los 3400 m s.n.m. y 4000 m s.n.m. están los páramos dominados por vegetación cereal conocida también como gramíneas las mismas que tiene una cobertura que varía entre el 34 - 90%; mientras que los biotipos arbustivos y otras hierbas cubren entre un 5-20% (Mogollón y Guevara 2003). Las amenazas son causadas por el hombre con el avance de la frontera agrícola, quemadas, plantaciones forestales con especies exóticas, la ganadería y el sobrepastoreo (Mena y Medina 2000). Sumado a esto están los efectos del cambio climático con el aumento temperatura que causa un incremento en la evapotranspiración que resulta en la disminución del agua que se infiltra en el suelo (Llambi *et al.* 2012).

### 5.2. Regeneración natural en ecosistemas de bosques y páramo

Estudios realizados por Di Stéfano (1996) en un bosque pre-montano húmedo indica que se acuerdo a las características fisiológicas de sus frutos se estima que un 55% de los árboles fueron dispersados por animales y un 20% mediante el viento y el hombre. El éxito de la regeneración vegetal depende de varios factores entre ellos está la temperatura y humedad los mismos que cumplen funciones específicas como estimuladoras de la germinación y su posterior desarrollo de las plantas (Lloret 2004). También la vegetación residual y los niveles de degradación del suelo influye en la regeneración de los bosques (Chazdon 2008).

La regeneración de la vegetación nativa que se desarrolla bajo la sombra de las plantaciones arbóreas de aliso y eucalipto presenta un número menor de especies en comparación con un bosque natural (Cavelier y Santos 1999). En los bosques andinos se han llegado a documentar hasta más de un millón de



especies por hectárea logrando crecimientos medios anuales entre 20 cm - 60 cm en la mayoría de especies (Zegers 1989). En los bosques secundarios la diversidad y composición de especies varía con la edad de sucesión (Peña-Claros 2003).

Investigaciones realizadas en los páramos de la cordillera oriental de Colombia mencionan que la máxima riqueza de especies se produce cuando progresivamente están logran llegar y establecerse. Esta riqueza de especies nativas solo se recupera luego de 12-15 años de sucesión (Jaimes y Sarmiento 2002).

Estudios realizados por Jaimes (2000) sobre de la regeneración en un ecosistema de páramo, manifiesta que las especies gramíneas (Cyperaceae) presentan un mecanismo de respuesta rápida frente a la regeneración natural después de una quema debido al acelerado desarrollo y colonización de sus rizomas. La regeneración natural en el páramo posterior a una quema se ve afectado principalmente por las fluctuaciones de la temperatura, las altas temperaturas en el día y las bajas temperaturas en la noche las mismas que producen un desequilibrio en la germinación y establecimiento de plántulas (Vargas 2000).

### **5.3. Relación entre la riqueza de especies con la variación altitudinal**

La regeneración natural en bosques naturales está influenciada por las variables ambientales como también con los estratos forestales. Homeier *et al.* (2010) manifiesta que la riqueza de las especies está en función de tres factores: 1) Gradientes altitudinales y topográficas, 2) distribución de las plantas y 3) posición geográfica. Esto permite inferir una alta variación en la vegetación a nivel nacional debido a los amplios gradientes altitudinales existentes en todo el país.

La vegetación presente a lo largo de los gradientes altitudinales son el resultado de complejas interacciones entre factores como la elevación y posición en el relieve entre otros (Mazzola *et al.* 2008; Jadán *et al.* 2017). La riqueza de especies disminuye a medida que aumenta la altitud como también el diámetro del tallo de los árboles. También varía la composición de especies vegetales (Lieberman *et al.* 1996). A lo largo de un gradiente altitudinal existe



cambios en la estructura y distribución de las comunidades vegetales (Sanchez y Lopéz 2003; Báez *et al.* 2015). En altitudes entre los 2500 y 3500 m s.n.m. se ha documentado que existen hasta 4537 especies de plantas (Paucar 2011).

#### **5.4. Funciones de la regeneración natural**

La regeneración podría verse como un ciclo complejo y continuo de procesos ecológicos como la polinización, germinación de semillas y el establecimiento de plantas acompañado de otros factores (Pérez 2013). La germinación de las semillas en la regeneración se ve afectada por varios factores como dispersión por animales, viento y agua. A medida que asciende la distancia desde la fuente de dispersión de semillas disminuye la posibilidad de dispersión en las áreas más lejanas, aunque también los patrones de sobrevivencia de las semillas varían y dependen de factores como la variación espacial depredación por insectos, patógenos y aves (Gunter *et al.* 2006; Pérez 2013).

Una forma muy predominante de dispersión de semillas en los bosques es por animales la misma que ha dado buenos resultados en términos de regeneración en bosques con suelos degradados (Joseph y Wunderle 1997). La temporalidad, distribución de la floración, fructificación y producción de semillas de las plantas del dosel favorecen la regeneración vegetal, recuperación de la cobertura boscosa, la adaptación y perpetuación de las especies (Vilchez *et al.* 2008).

#### **5.5. Índice de área Foliar y la cobertura arbórea**

El índice de área foliar (IAF) es una variable indispensable para caracterizar la productividad y dinámica de los ecosistemas forestales. Los valores de IAF están directamente relacionados con la cobertura vegetal existente, por lo tanto las zonas intervenidas presentan valores menores de IAF (Aguirre *et al.* 2011).

Los valores mayores de índice de área Foliar corresponden a zonas con menor regeneración natural (Polanco *et al.* 2005). Estudios realizados por Malhado *et al.* (2009) en bosques tropicales de la amazonia indican que tras 10 años de regeneración secundaria se mantiene una superficie foliar estable. Myneni *et al.* (2007) demostraron que el índice de área foliar se correlaciona



positivamente con la radiación solar y negativamente con la precipitación, por lo tanto, se presenta un aumento del IAF en la estación seca y una reducción del IAF en la estación lluviosa (Myneni *et al.* 2007).

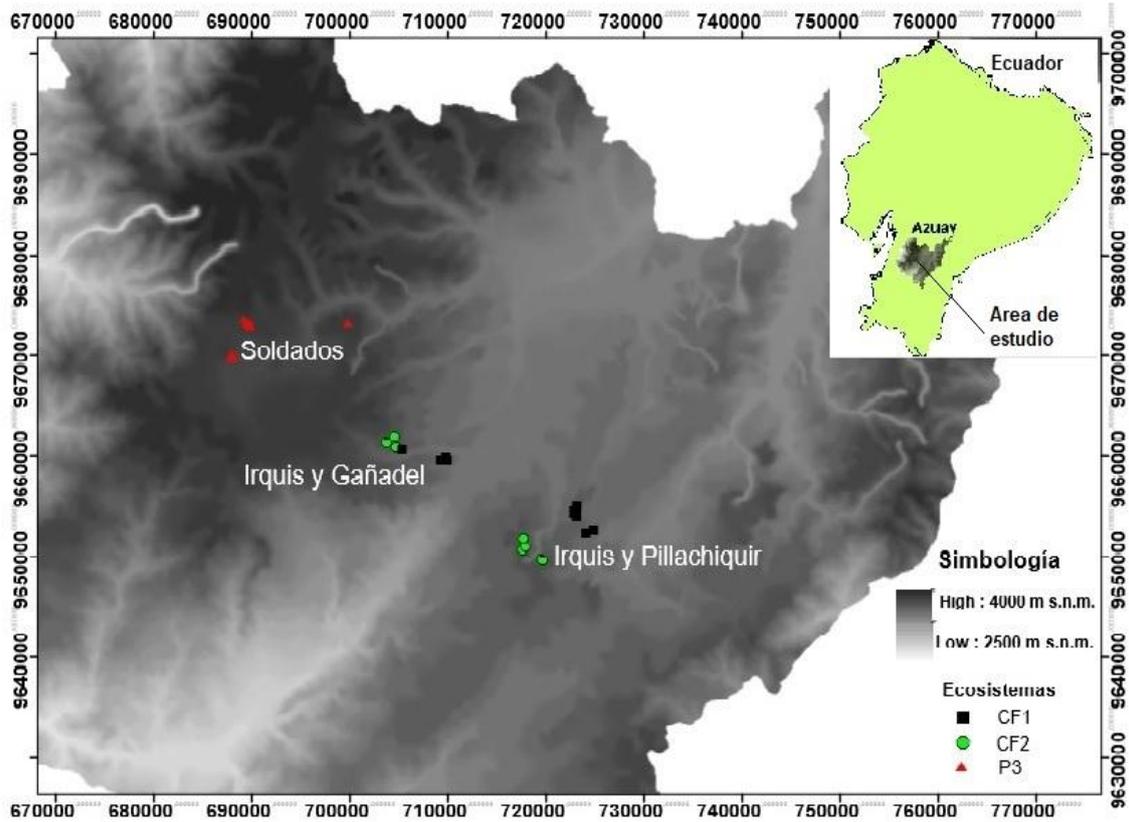
La cobertura arbórea es una variable importante para el monitoreo de la densidad del bosque debido a que regula la cantidad de luz penetrante y los procesos foto dependientes. Por lo tanto esta cobertura estará vinculada con la cantidad de riqueza de la regeneración vegetal (Aguirre *et al.* 2011).



## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1. Ubicación y descripción de área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada al Sur del Ecuador provincia del Azuay en una matriz agropecuaria de 150 000 ha, aproximadamente (Figura 1). Los suelos corresponden a los órdenes Inceptisoles para las comunidades forestales e Histosoles para el páramo (Soldados), con precipitaciones anuales de 816.1mm (Pillachiquir), 762.2mm (Gañadel), 822.9mm (Irquis) y 1000-2000 mm (Soldados). Presentan temperaturas de 11°C (Pillachiquir), 9°C (Gañadel), 9°C, (Irquis) y entre 5.6-17.1°C para Soldados. Sus formaciones geológicas corresponden a suelos formados por cenizas volcánicas de color negro. Los ecosistemas de bosques corresponden a bosques siempre verdes montano alto mientras que la zona de soldados presenta un páramo de pajonal (Guzmán y León 2012; Tepan y Toledo 2016). Los ecosistemas naturales donde se realizó la investigación son parches de tres bosques secundarios y un páramo. Estos fueron diferenciados por su composición florística, estado de conservación y posición altitudinal (Jadán *et al.* 2017). Estos sitios se encuentran en las localidades de Pillachiquir, Gañadel, Irquis y Soldados.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de los ecosistemas naturales alto andinos de la provincia del Azuay

Fuente: Elaboración propia

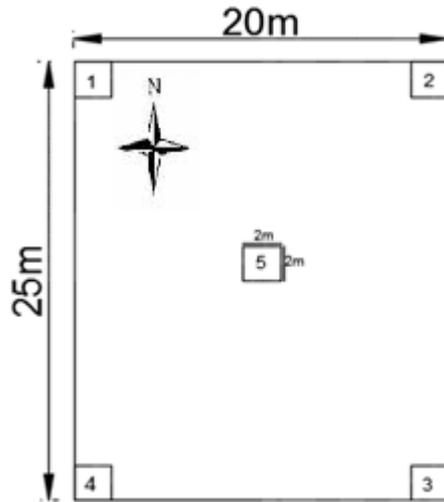
Estos ecosistemas presentan bosques fragmentados con altas pendiente. El ecosistema de páramo se caracteriza por tener una vegetación densa dominada por gramíneas. La composición y fisionomía de estos ecosistemas están diferenciados por el clima, historia geológica, diversidad de hábitats junto con la influencia humana (Mae 2012).

## 6.2. Selección de los sitios de investigación y muestreo

El trabajo se realizó en 27 parcelas permanentes. De estas 17 están dentro de dos comunidades forestales definidas por la Universidad de Cuenca y publicadas en Jadán *et al.* (2017) y 10 parcelas en el páramos. Las 27 parcelas están ubicadas en los sitios de Pillachiquir, Gañadel, Irquis y Soldados (Tabla 1).

Las parcelas permanentes de muestreo son de 500 m<sup>2</sup> (20 m × 25 m); en cada una de ellas se instalaron 5 sub-parcelas en unidades de 4 m<sup>2</sup> con una

superficie de 2 m x 2 m. Aquí se identificó taxonómicamente todos los individuos de las especies leñosas  $\leq 5$  cm de DAP y las herbáceas vasculares (se excluyó musgos y líquenes). Se contabilizó el número de individuos por especie en cada sub-parcela.



**Figura 2.** Esquema de la parcela de 20 m x 25 m; 5 subparcelas experimentales de 2 m x 2m

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1.** Rangos altitudinales en los sitios de investigación (Pillachiquir, Irquis, Gañadel y Soldados).

Rango altitudinal m s.n.m.	Ecosistemas	Localidades- Indicios	Numero de Parcelas
2900 - 3300	CF1	Irquis y Pillachiquir	9
3300 - 3600	CF2	Irquis y Gañadel	8
> 3600	Páramo	Soldados	10

CF: Comunidad forestal.

Fuente: (Jadán *et al.* 2017)

### 6.3. Descripción la regeneración natural (Primer objetivo)

#### 6.3.1. Determinación de comunidades forestales

Con base a la similitud en la composición florística y los valores del IVI se identificó dos comunidades forestales (Jadán *et al.* 2017). El número de parcelas por cada comunidad forestal y ecosistema se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Agrupamiento de parcelas por comunidades forestales en ecosistemas altoandinos de la provincia del Azuay

Comunidad forestas	Ecosistema	Parcela
Comunidad 1: CF1	Bosque secundario	1-2-3-4-5-14-15-16-17
Comunidad 2: CF2	Bosque secundario	6-7-8-9-10-11-12-13
Comunidad 3	Páramo	18-19-20-21-22-23-24-25-26-27

Fuente: (Jadán *et al.* 2017)

### 6.3.2. Riqueza, Diversidad, Abundancia y Dominancia de la regeneración natural

**Índice de Riqueza:** Número de especies existentes en cada ecosistema.

**Índice de abundancia:** Hace referencia al número de individuos por especie y por tipo de ecosistema (Melo y Vargas 2001)

**Índice de Shannon (Diversidad alfa):** Mide la heterogeneidad de los ecosistemas, los valores mayores serán indicadores de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. También expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Melo y Vargas 2001; Aristizábal 2010)

**Índice de Simpson:** Es una medida de la dominancia, se basa en las especies más comunes y refleja la riqueza de las especies. Este índice se refiere a la probabilidad de que dos individuos de un ecosistema tomados al azar pertenezcan a la misma especie (Melo y Vargas 2001).

**Índice de Dominancia:** Se denomina grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas (Melo y Vargas 2001).

Cada parámetro fue comparado entre comunidades forestales (CF) y páramo, diferenciadas por totales (herbáceas y leñosas), herbáceas y leñosas, utilizando pruebas de medias. Se utilizó pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ) con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2011).



En cada comunidad forestal y páramo se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) mediante la sumatoria de la frecuencia relativa y abundancia relativa, diferenciado por totales (herbáceas y leñosas), herbáceas y leñosas. La fórmula para el cálculo del IVI fue la siguiente:

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

**Donde:**

**IVI:** Índice de valor de importancia

**Fr%:** Frecuencia relativa

**Ab%:** Abundancia relativa

#### **6.4. Correlaciones entre parámetros de la regeneración natural y variables ambientales (Segundo objetivo específico)**

En cada parcela se midió el Índice de área foliar mediante la utilización del instrumento “Layer” CI-110/120 Plant Canopy Imager versión 5.0.9; la toma de datos fue en el campo mediante la cámara del instrumento que visualiza un ángulo de 150° la medición se realizó entre las 10:30 am -14:00 pm con un cielo completamente despejado. Posteriormente estos datos fueron analizados considerando la biomasa (hojas, flores y tallos de los arboles) y luminosidad en cada sub-parcela y promediados para cada parcela (Bio-Science 2016).

Los datos de cobertura arbórea fueron tomados en cada sub-parcela mediante el uso de un Densiometro esférico con un espejo cóncavo subdividido por una cuadrícula de consta de 24 cuadros a cada cuadro se asumió cuatro sub-cuadros y se asigna un punto (1) para cada cuadro, se realizaron cuatro lecturas por sub-parcela dirección del norte (N), sur (S), este (e) y oeste (W); estos valores fueron promediados para obtener un solo valor por parcela.

La información referente a las variables de suelos fue levantada a partir de un análisis químico a nivel de laboratorio usando las técnicas de: volumetría para la Materia orgánica, Nitrógeno a partir de la Materia orgánica, calorimetría para el fósforo, absorción atómica para el Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro y Manganeso (Agrocalidad 2016). También se calculó la densidad aparente utilizando la técnica del cilindro. Adicionalmente en cada parcela se tomaron las



coordenadas geográficas (proyección UTM) y variables topográficas: pendiente y altitud.

Se realizaron correlaciones de Spearman ( $P < 0,05$ ) considerando el total (herbáceas y leñosas), herbáceas y leñosas entre los parámetros de la vegetación: Riqueza, Densidad, Dominancia y Shannon (variables dependientes) e Índice de área foliar, cobertura arbórea, altitud, pendiente y parámetros químicos de suelo (variables independientes).

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Composición florística

En las dos comunidades forestales y páramo se obtuvo un total de 178 géneros, 111 especies y 67 familias botánicas entre herbáceas y leñosas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Agrupamiento de parcelas por comunidades forestales en ecosistemas de la provincia del Azuay.

Comunidad forestal (CF)	Numero de Familia	Número de géneros	Número de especies
CF1	45	66	47
CF2	44	62	38
Páramo	27	54	55

Fuente: Elaboración propia

### 7.2. Descripción la regeneración natural (Primer objetivo)

#### 7.2.1. Riqueza, Diversidad, Abundancia y Dominancia a nivel de comunidad forestal

##### 7.2.1.1. Especies totales (herbáceas y leñosas)

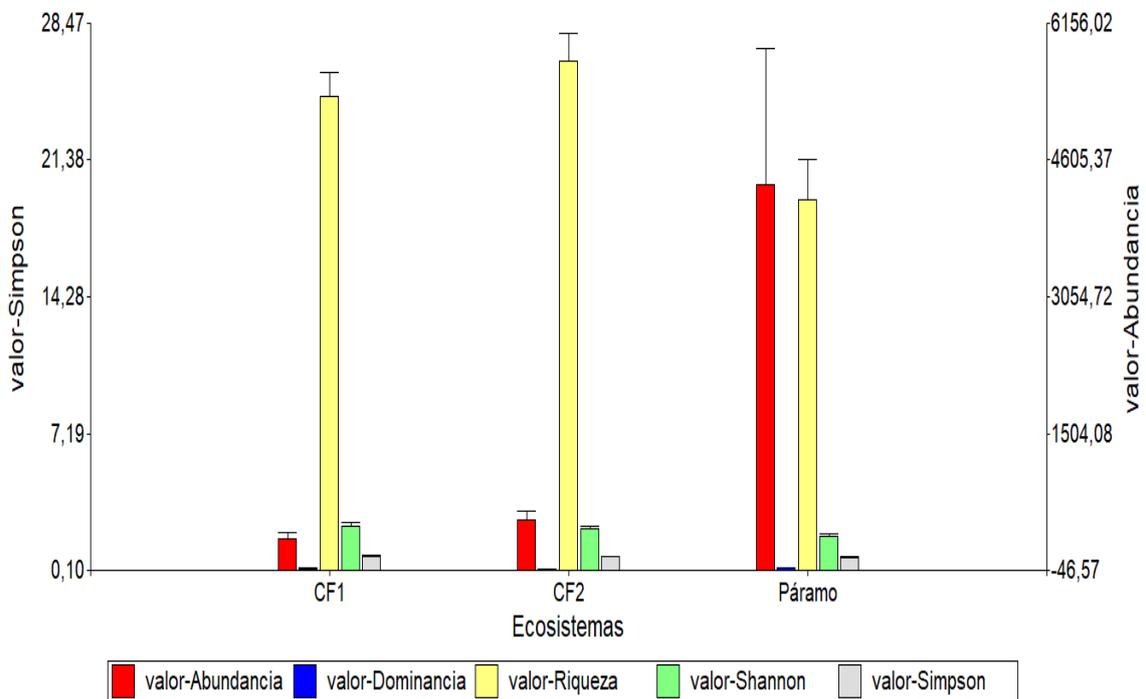
La riqueza total de especies fue mayor significativamente ( $P=0,0416$ ) en la comunidad forestal 1 alcanzando 864 especies y la comunidad forestal 2 con 871 especies frente al páramo que presento la menor riqueza con 424 especies, por tanto existen diferencias entre las comunidades forestales y el ecosistema de páramo (Tabla 4). Lo mismo se registró con el índice de Shannon que considera la diversidad de especies ( $P=0,0158$ ) que presento diferencias entre comunidades y el páramo. Mientras que el índice de Simpson que considera la dominancia de las especies no registraron diferencias significativas ( $P= 0,0664$ ). (Tabla 4). La abundancia total de las especies fue mayor significativamente en el páramo frente a las comunidades forestales 1 y 2 ( $P=0,0002$ ). La dominancia entre los diferentes ecosistemas fueron similares estadísticamente ( $P=0,0664$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas y leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay.

Hierbas + leñosas	CF1	CF2	Páramo	P
Riqueza	24,67 ± 1,25 ab	26,50 ± 1,43 b	19,30 ± 2,09 a	0,0416
Shannon	2,41 ± 0,17 b	2,29 ± 0,08 ab	1,89 ± 0,12 a	0,0158
Simpson	0,83 ± 0,06	0,82 ± 0,02	0,78 ± 0,03	0,0664
Abundancia	307,22 ± 71,85 a	529,75 ± 100,06 a	4330,70 ± 1543,38 b	0,0002
Dominancia	0,17 ± 0,06	0,18 ± 0,02	0,23 ± 0,03	0,0664

Letras diferentes significan diferencias significativas. CF: tipo de comunidad forestal

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.** Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas y leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay.

### 7.2.1.2. Especies herbáceas

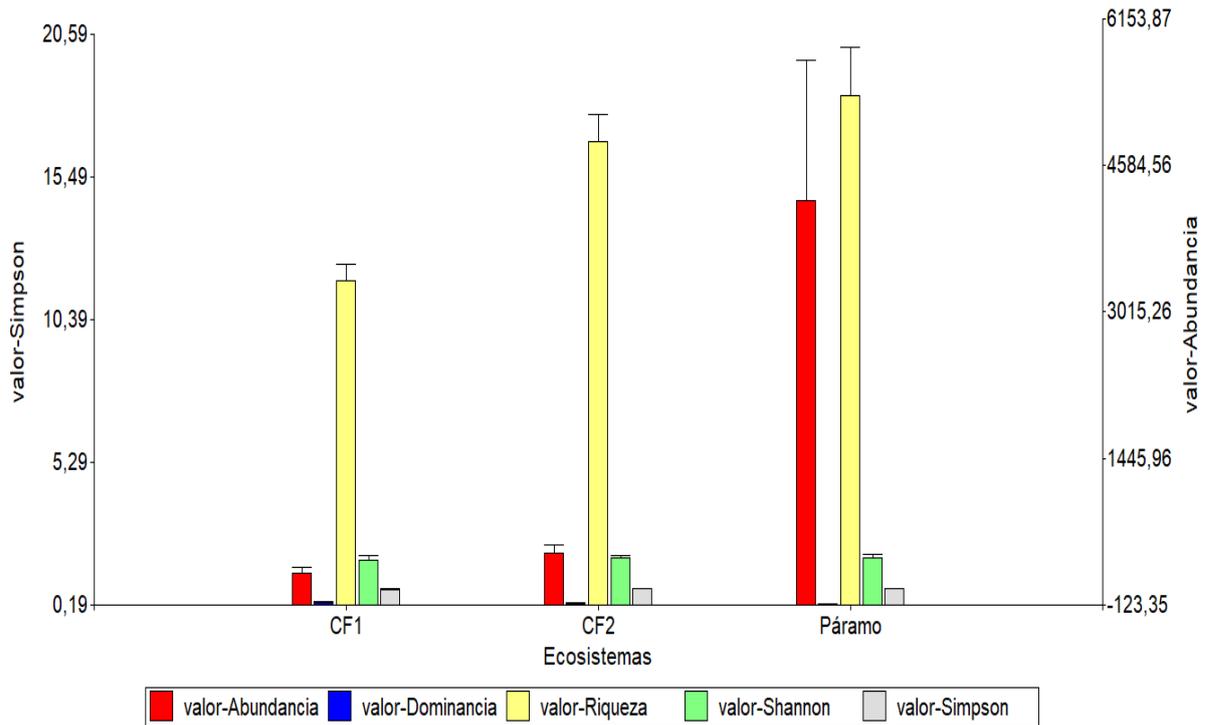
La mayor riqueza se presentó en la comunidad 2 alcanzando 248 especies y el páramo con 354 especies frente a la comunidad 1 que presentó 173 especies herbáceas resultando diferentes significativamente ( $P=0,0022$ ) (Tabla 5). El índice de Shannon y Simpson no registraron diferencias significativas ( $P=0,9645$ ;  $P=0,8568$ , respectivamente) (Tabla 5). La abundancia fue altamente superior en el páramo frente a las comunidades 1 y 2 ( $P=0,0001$ ) (Tabla 5). La dominancia no presentó diferencias significativas ( $P=0,8268$ ) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas alto-andinos de la provincia del Azuay.

Hierbas	CF1	CF2	Páramo	P
Riqueza	11,78 ± 0,60 a	16,75 ± 0,96 b	18,40 ± 1,74 b	0,0022
Shannon	1,78 ± 0,17	1,89 ± 0,06	1,88 ± 0,11	0,9645
Simpson	0,73 ± 0,07	0,77 ± 0,02	0,77 ± 0,02	0,8568
Abundancia	230 ± 68,02 a	451,75 ± 89,94 a	4323,70 ± 1544,84 b	0,0001
Dominancia	0,27 ± 0,07	0,24 ± 0,02	0,23 ± 0,02	0,8268

Letras diferentes significan diferencias significativas. CF: Tipo de comunidad forestal

**Fuente:** Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.** Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies herbáceas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas altoandinos de la provincia del Azuay.

### 7.2.1.3. Especies leñosas

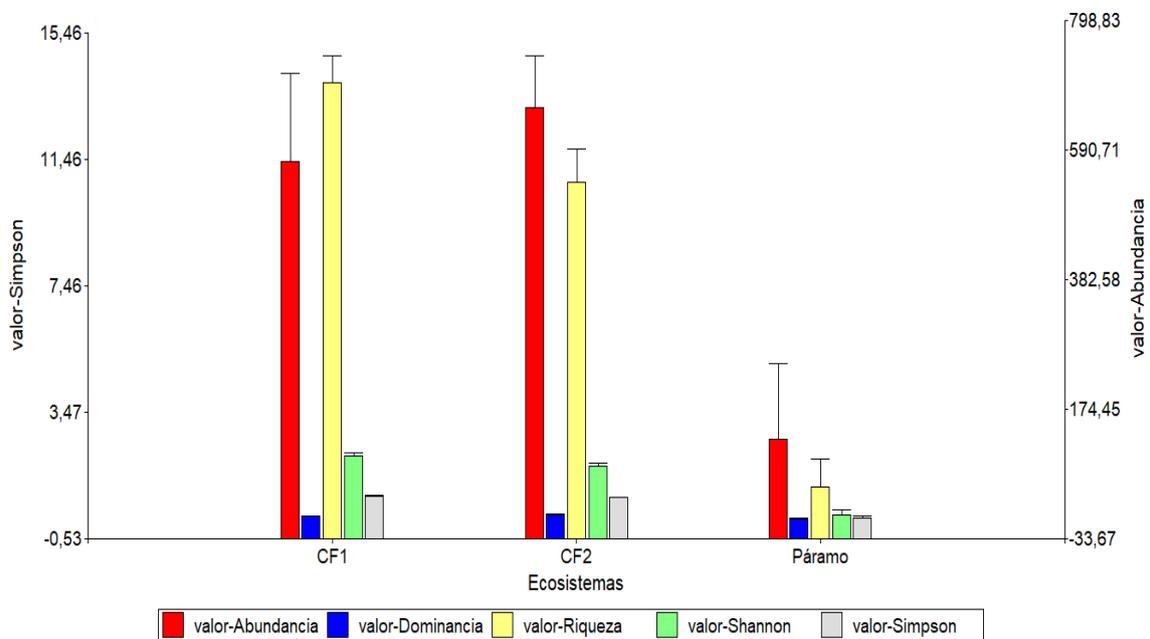
La riqueza de especies fue superior en las comunidades forestales 1 y 2 registrando 691 y 623 especies leñosas respectivamente frente al páramo que presento 70 especies. Los índices de Shannon y Simpson son superiores en las comunidades forestales frente al páramo ( $P < 0.0001$ ) (Tabla 6). Pues esto coincide con el tipo de vegetación. La abundancia y dominancia presento diferencias significativas entre comunidades forestales y el páramo (Tabla 6).

**Tabla 6.** Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas altoandinos de la provincia del Azuay.

	CF1	CF2	Páramo	P
<b>Leñosas</b>				
Riqueza	13,89 ± 0,84 b	10,75 ± 1,05 b	1,10 ± 0,90 a	<0,0001
Shannon	2,09 ± 0,09 b	1,78 ± 0,09 b	0,23 ± 0,17 a	<0,0001
Simpson	0,82 ± 0,02 b	0,77 ± 0,02 b	0,12 ± 0,08 a	0,0001
Abundancia	586,56 ± 146,09 b	675,63 ± 85,36 b	129,80 ± 125,63 a	0,0019
Dominancia	0,18 ± 0,02 ab	0,23 ± 0,02 b	0,08 ± 0,05 a	0,0111

Letras diferentes significan diferencias significativas. CF: Tipo de comunidad forestal

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5.** Valores (desviación estándar) para la riqueza de especies e índices de Shannon, Simpson, Abundancia y Dominancia para las especies leñosas diferenciados por comunidades forestales (CF) y páramo en ecosistemas altoandinos de la provincia del Azuay.

### 7.3. Especies importantes ecológicamente por su Índice de valor de importancia (IVI)

#### Especies herbáceas y leñosas

Las especies ecológicamente más importantes según el Índice de valor de importancia (IVI) para las herbáceas y leñosas en la comunidad forestal uno



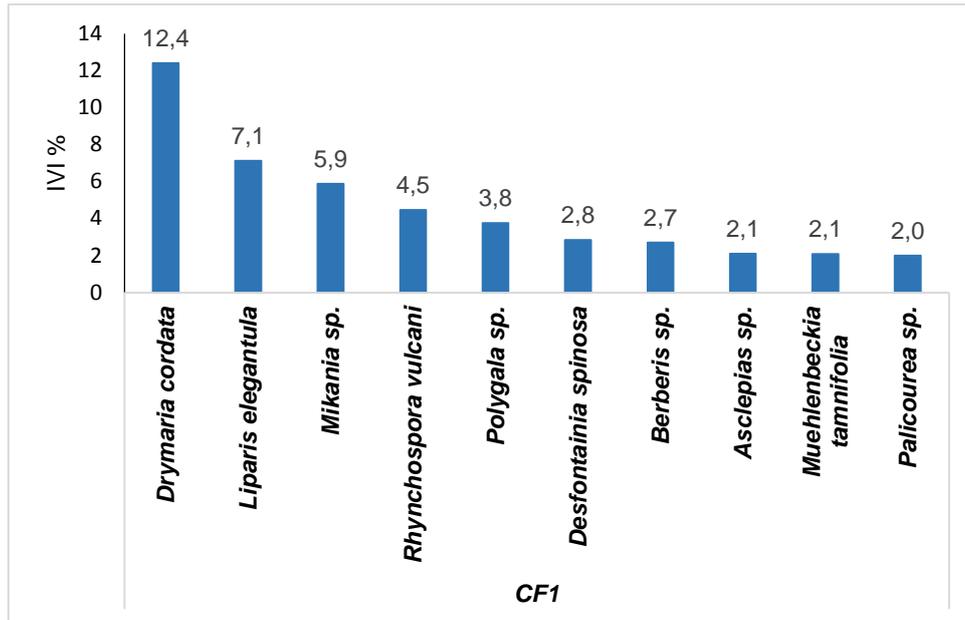
(CF1) resultaron ser *Drymaria cordata* y *Liparis elegantula* En la comunidad forestal dos (CF2) está *Azorella pedunculata* y *Pilea sp.* En el ecosistema de páramo sobresalen *Lachemilla orbiculata* y *Werneria sp.*(Tabla 7). Todas las especies registradas en las comunidades forestales están en el Anexo 4.

**Tabla 7.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies en herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente por comunidades forestales (CF1 y CF2) y ecosistema de páramo.

Herbáceas y Leñosas	Familia	CF1	CF2	Páramo
<i>Asclepias sp.</i>	Apocynaceae	2,1		
<i>Azorella pedunculata</i>	Apiaceae		15,1	
<i>Baccharis caespitosa</i>	Asteraceae			2,8
<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	2,7		
<i>Bomarea sp.</i>	Alstroemeriaceae		1,8	
<i>Calamagrostis fibrovaginata</i>	Poaceae			4,6
<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae			5,2
<i>Carex sect. Spirostachyae</i>	Cyperaceae			4,7
<i>Desfontainia spinosa</i>	Desfontaniaceae	2,8		
<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	12,4	4,6	
<i>Equisetum bogotense</i>	Equisetaceae		2,2	
<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae			8,4
<i>Liparis elegantula</i>	Orchidaceae	7,1		
<i>Mikania sp.</i>	Asteraceae	5,9	1,9	
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	2,1		
<i>Munnozia sp.</i>	Asteraceae		2,1	
<i>Oritrophium peruvianum</i>	Asteraceae			4,3
<i>Palicourea sp.</i>	Rubiaceae	2,0		
<i>Paspalum bonplandianum</i>	Poaceae			6,9
<i>Pilea sp.</i>	Urticaceae		8,2	
<i>Piper dilatatum</i>	Piperaceae		2,0	
<i>Plantago linearis</i>	Plantaginaceae			2,5
<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	3,8		
<i>Rhynchospora vulcani</i>	Cyperaceae	4,5	7,0	
<i>Salvia sp.</i>	Lamiaceae		4,4	
<i>Werneria pygmaea</i>	Asteraceae			5,1
<i>Werneria sp.</i>	Asteraceae			7,4
Otras		54,7	50,6	48,3
Total		100	100	100

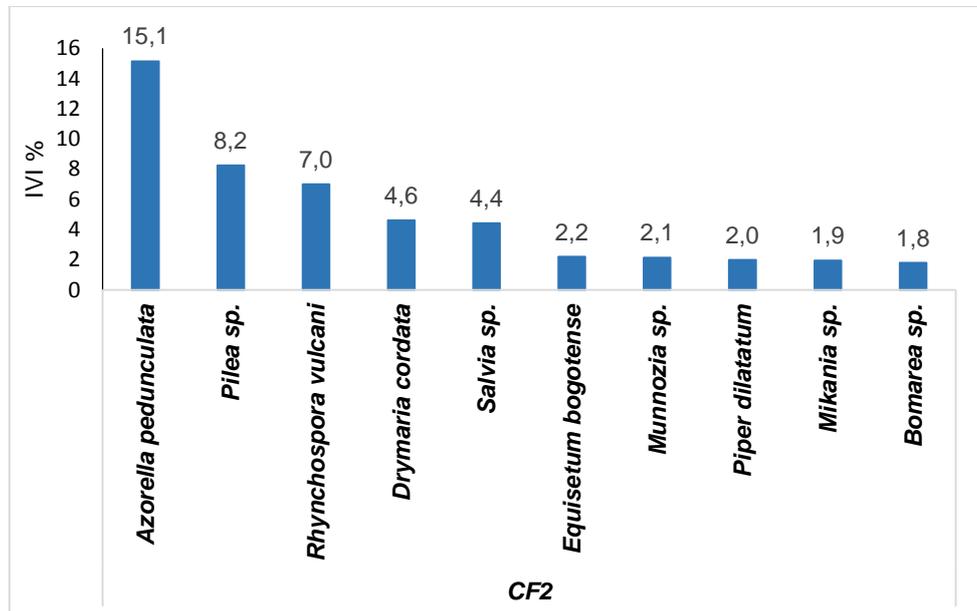
CF: Comunidad forestal

Fuente: Elaboración propia



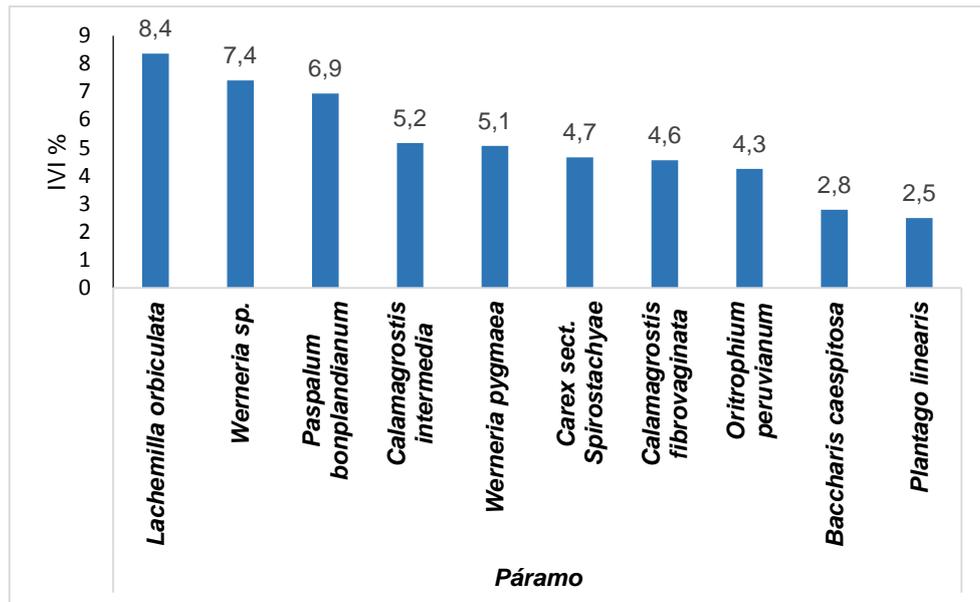
Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal uno (CF1).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies en herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal dos (CF2).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente para el ecosistema de páramo.

### Especies herbáceas

Las especies ecológicamente más importantes según el Índice de valor de importancia (IVI) para las herbáceas en la comunidad forestal uno (CF1) fueron *Drymaria cordata* y *Liparis elegantula*. En la comunidad forestal dos (CF2) esta *Pilea sp.* y *Rhynchospora vulcani*. En el páramo sobresalen *Lachemilla orbiculata* y *Paspalum bonplandianum* (Tabla 8). Todas las especies herbáceas registradas en las comunidades forestales y el páramo están en el Anexo 5.

**Tabla 8.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente por comunidad forestal (CF) y ecosistema de páramo.

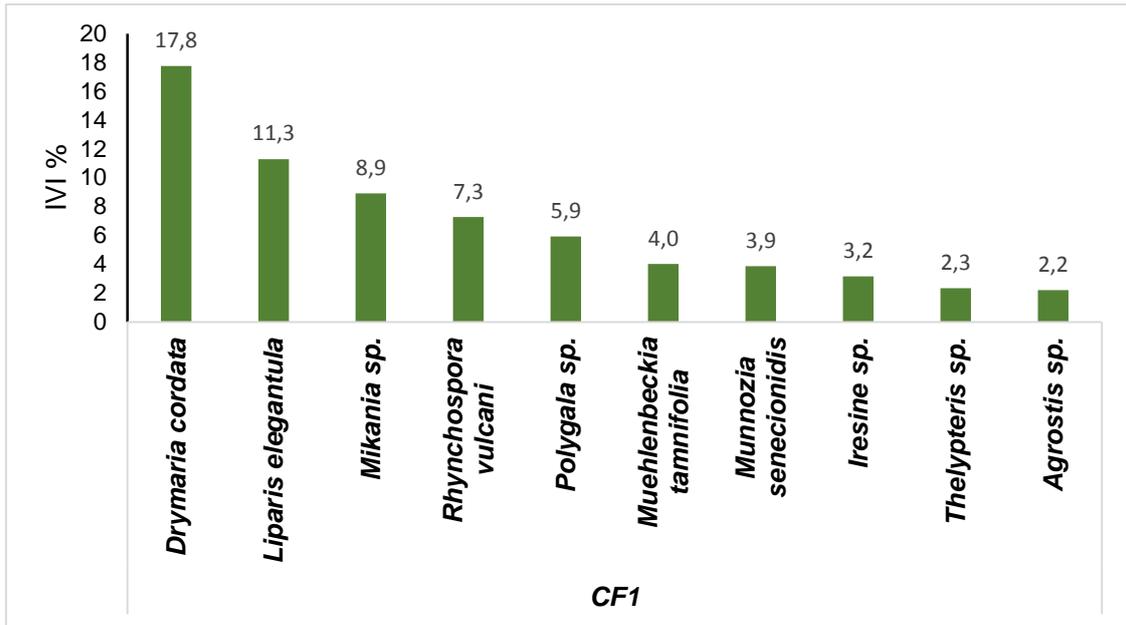
Herbáceas	Familia	C1	C2	Páramo
<i>Agrostis sp.</i>		2,2	3,4	
<i>Azorella pedunculata</i>	Apiaceae			3,5
<i>Calamagrostis fibrovaginata</i>	Poaceae			5,9
<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae			6,8
<i>Carex sect. Spirostachyae</i>	Cyperaceae			4,5



<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	17,7	9,6	
<i>Eryngium humile</i>	Apiaceae			3,1
<i>Galium aff hypocarpium</i>	Rubiaceae		3,0	
<i>Iresine sp.</i>	Amaranthaceae	3,2		
<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae			9,6
<i>Liparis elegantula</i>	Orchidaceae	11,3		
<i>Mikania sp.</i>	Asteraceae	9,0	5,2	
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	4,0		
<i>Munnozia senecionidis</i>	Asteraceae	3,9	2,7	
<i>Munnozia sp.</i>	Asteraceae		2,7	
<i>Oritrophium peruvianum</i>	Asteraceae			5,0
<i>Oxalis stricta</i>	Oxalidaceae		3,4	
<i>Paspalum bonplandianum</i>	Poaceae			8,0
<i>Pilea sp.</i>	Urticaceae		16,4	
<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	5,9		
<i>Rhynchospora vulcani</i>	Cyperaceae	7,3	14,0	
<i>Salvia sp.</i>	Lamiaceae		7,3	
<i>Thelypteris sp.</i>	Thelypteridaceae	2,3		
<i>Werneria pygmaea</i>	Asteraceae			4,7
<i>Werneria sp.</i>	Asteraceae			6,6
Otras		33,2	32,3	42,3
Total		100	100	100

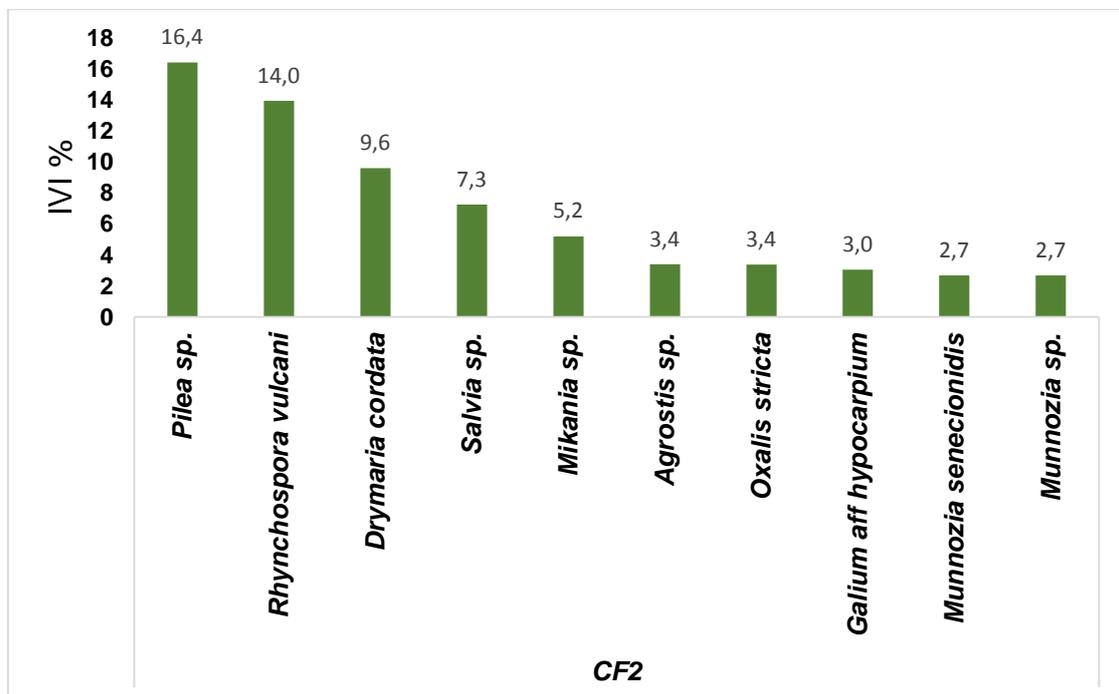
CF: Comunidad Forestal

Fuente: Elaboración propia



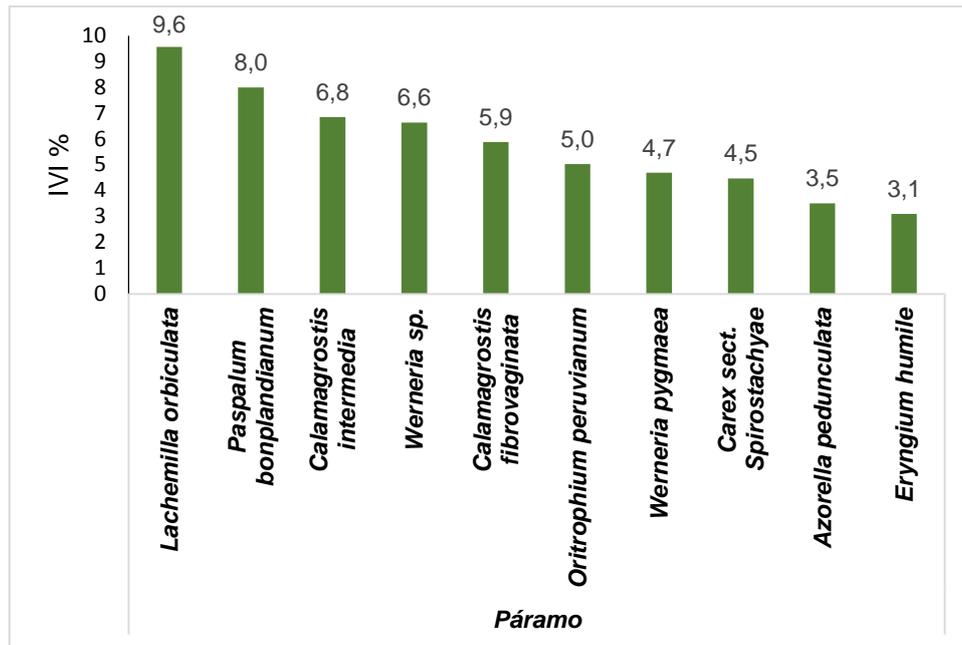
Fuente: Elaboración propia

**Figura 9.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal uno (CF1).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal dos (CF2).



Fuente: Elaboración propia

**Figura 11.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies herbáceas más importantes ecológicamente para el ecosistema de páramo.

### Especies leñosas

Las especies ecológicamente más importantes según el Índice de valor de importancia (IVI) para la comunidad forestal uno (CF1) registró a *Desfontainia spinosa* y *Asclepias sp.* En la comunidad forestal dos (CF2) esta *Berberis sp.*, y *Asclepias sp.* En el páramo sobresalen *Gynoxys baccharoides* y *Chuquiraga jussieui* (Tabla 9). Todas las especies leñosas registradas en las comunidades forestales y el páramo están en el Anexo 6.

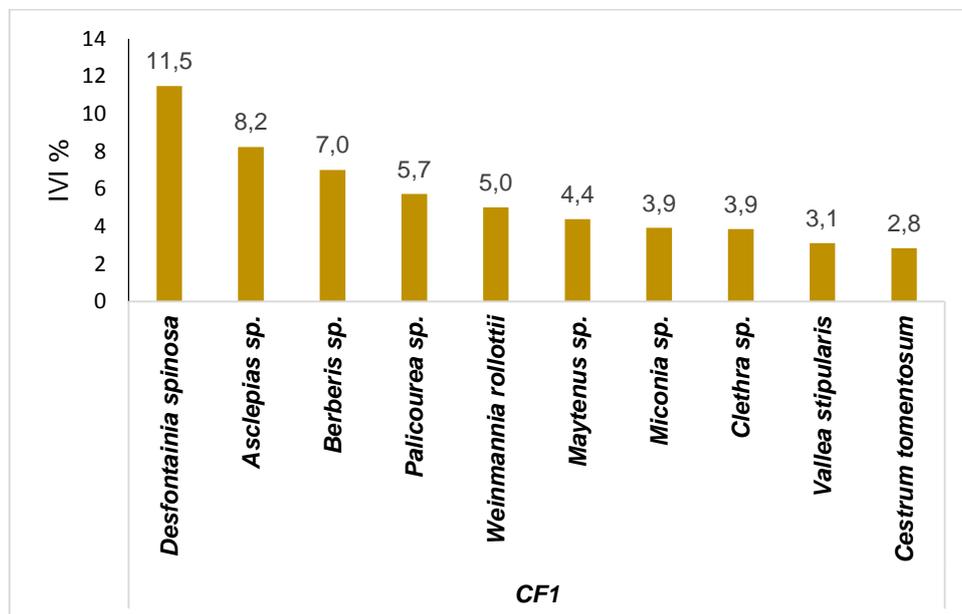
**Tabla 9.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente por comunidad forestal (CF) y ecosistema de páramo.

Leñosas	Familia	CF1	CF2	Páramo
<i>Ageratina sp.</i>	Asteraceae		3,8	
<i>Asclepias sp.</i>	Apocynaceae	8,2	10,8	
<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	7,0	12,6	9,1
<i>Cestrum tomentosum</i>	Solanaceae	2,8		
<i>Chuquiraga jussieui</i>	Asteraceae			14,8
<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	3,9		
<i>Desfontainia spinosa</i>	Desfontaniaceae	11,5	7,3	

<i>Diplostegium ericoides</i>	Asteraceae			6,3
<i>Gynoxys baccharoides</i>	Asteraceae			27,7
<i>Gynoxys cuicochensis</i>	Asteraceae		3,7	
<i>Hedyosmum cumbalense</i>	Chloranthaceae		5,4	
<i>Hypericum lancioides</i>	Hypericaceae			12
<i>Liabum sp.</i>	Asteraceae		6,8	
<i>Maytenus sp.</i>	Celastraceae	4,4		
<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	3,9	7,9	
<i>Monnina crassifolia</i>	Polygalaceae			6,3
<i>Palicourea sp.</i>	Rubiaceae	5,7	6,1	
<i>Pentacalia sp.</i>	Asteraceae			6,3
<i>Polylepis incana</i>	Rosaceae			7,0
<i>Rubus coriaceus</i>	Rosaceae		5,7	
<i>Rubus glabratus</i>	Rosaceae			10,6
<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	3,1		
<i>Weinmannia rollottii</i>	Cunoniaceae	5,0		
Otras		44,5	29,9	100
Total		100	100	100

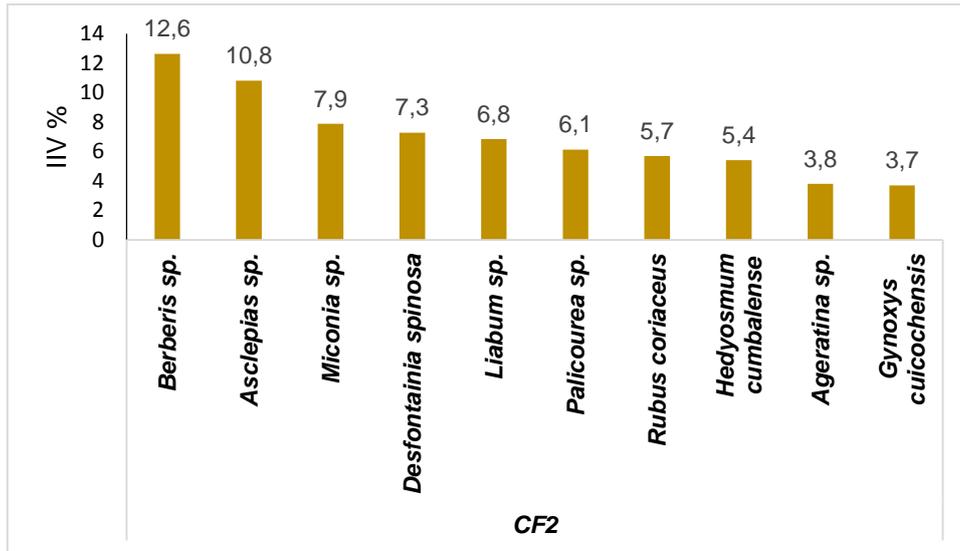
CF: Comunidad forestal

Fuente: Elaboración propia



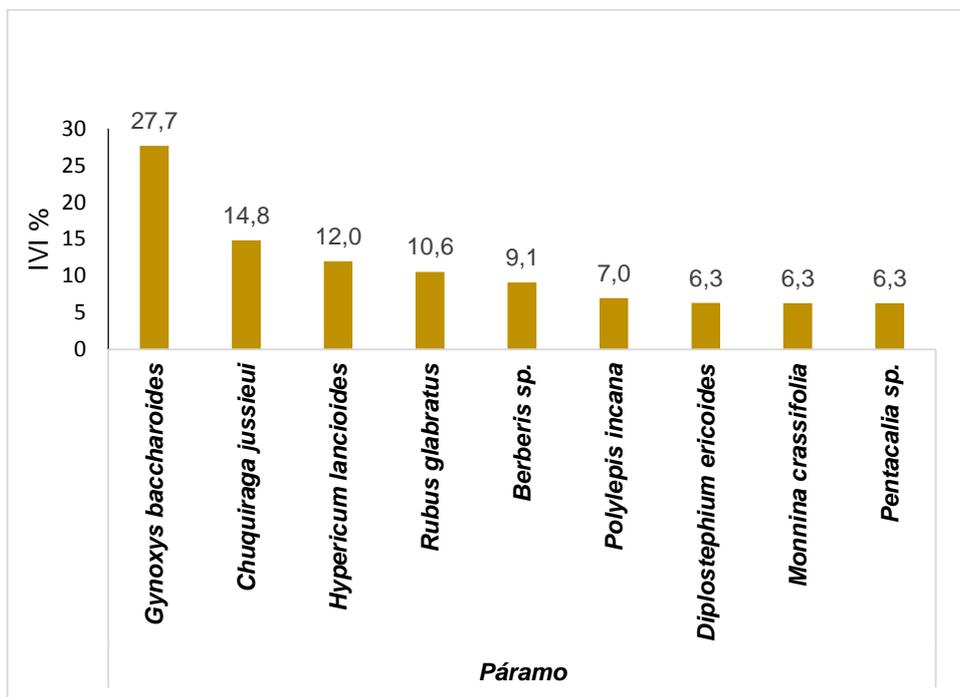
Fuente: Elaboración propia

**Figura 12.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal uno (CF1



Fuente: Elaboración propia

**Figura 13.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente para la comunidad forestal dos (CF2).



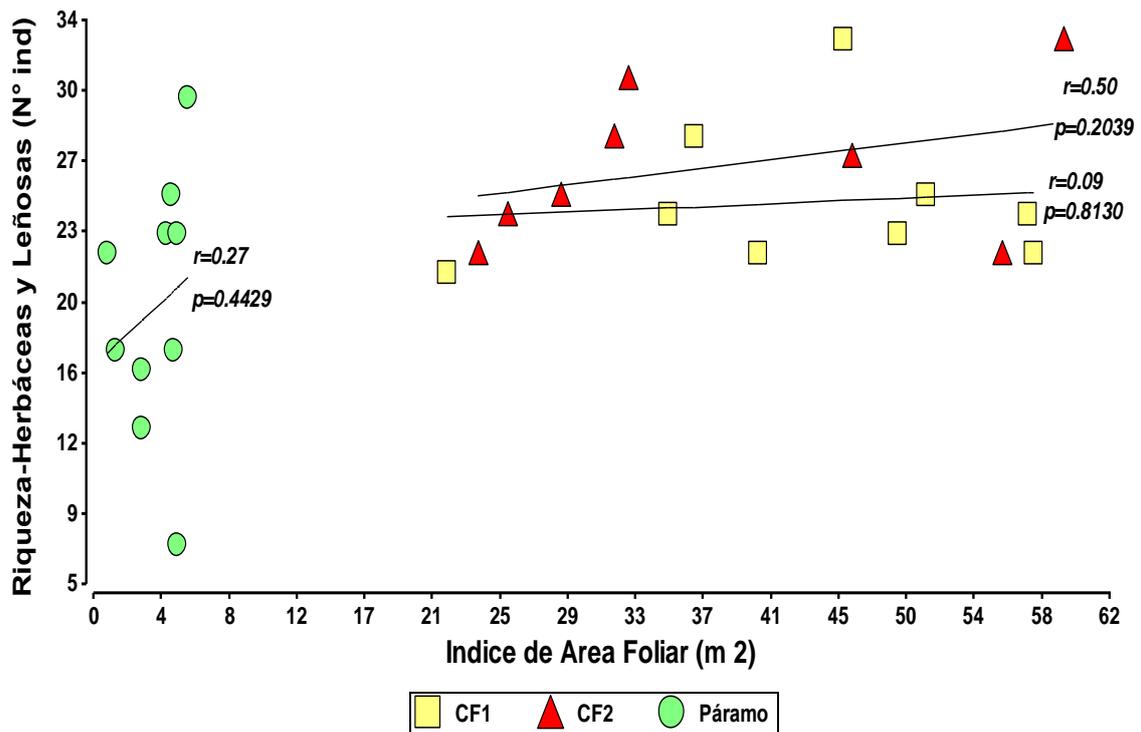
Fuente: Elaboración propia

**Figura 14.** Valores del índice de valor de importancia (IVI) de las 10 especies leñosas más importantes ecológicamente para el ecosistema de páramo.

## 7.4. Relación entre parámetros de la vegetación con variables ambientales (segundo objetivo)

### 7.4.1. Especies Herbáceas y leñosas (total)

En las comunidades forestales (CF1 y CF2) y el páramo el IAF con la riqueza de especies herbáceas y leñosas se correlacionan positivamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 15.** Relación entre la Riqueza e Índice de Área foliar para las especies herbáceas y leñosas por comunidades forestales y páramo

La riqueza (I-Riq-T) se correlacionó positivamente con la cobertura arbórea e Índice de área foliar (Tabla 10). La densidad (I-Den-T) de individuos se correlacionó positivamente con la altitud y negativamente con el índice de área foliar, cobertura arbórea y fosforo disponible (P) (Tabla 10). La dominancia de individuos presento una correlación negativa con el fosforo disponible (P). El índice de diversidad alfa de Shannon (I-Sha-T) presento una correlación positiva baja con el fosforo disponible (P) y una correlación negativa con la altitud.



**Tabla 10.** Análisis de correlación de Spearman de variables dependientes con variables independientes en especies herbáceas y leñosas identificadas en ecosistema altoandinos de bosques secundarios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) y páramo (Soldados) de la provincia del Azuay.



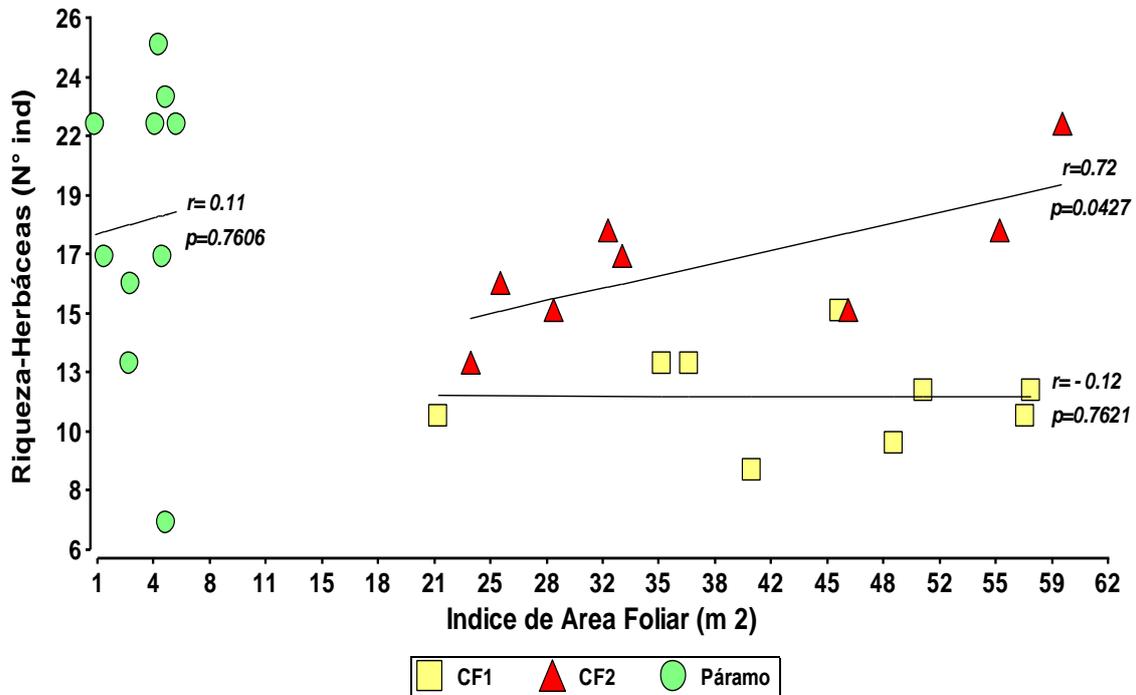
	Altitud	Pend	IAF	Cob.A%	DA	PH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	I-Riq-T	I-Den-T	I-Dom-T	I-Sha-T
Altitud	1	0,17	<0,0001	<0,0001	0,62	0,07	0,92	0,85	0,01	0,14	0,82	0,95	0,42	0,11	0,14	<0,0001	0,04	0,01
Pend	0,27	1	0,28	0,2	0,18	0,9	0,49	0,53	0,76	0,43	0,49	0,31	0,47	0,76	0,5	0,49	0,78	0,97
IAF	-0,77	-0,22	1	<0,0001	0,99	0,37	0,4	0,45	0,0026	0,27	0,63	0,64	0,46	0,41	0,01	0,0026	0,17	0,04
Cob.A%	-0,69	-0,25	0,82	1	0,96	0,57	0,61	0,66	0,0029	0,1	0,54	0,38	0,61	0,9	0,005	0,00052	0,13	0,02
DA	-0,1	0,27	0,0031	0,01	1	0,03	0,01	0,01	0,48	0,48	0,1	0,01	0,12	0,0037	0,65	0,28	0,94	0,77
PH	-0,35	-0,02	0,18	0,11	0,41	1	0,18	0,18	0,12	0,0039	<0,0001	0,00016	0,09	0,19	0,28	0,06	0,91	0,92
MO	0,02	0,14	0,17	0,1	-0,5	-0,26	1	<0,0001	0,0035	0,22	0,12	0,0034	0,05	0,16	0,61	0,43	0,25	0,31
N	0,04	0,13	0,15	0,09	-0,52	-0,27	1,00	1	0,0045	0,23	0,11	0,0026	0,04	0,16	0,53	0,49	0,31	0,38
P	-0,5	0,06	0,56	0,55	-0,14	-0,31	0,54	0,53	1	0,0042	0,0023	0,0017	0,0017	0,22	0,1	0,0018	0,05	0,02
K	0,29	0,16	-0,22	-0,32	0,14	0,54	-0,24	-0,24	-0,53	1	0,00069	0,01	0,03	0,3	0,24	0,14	0,05	0,02
Ca	0,05	0,14	-0,1	-0,12	0,32	0,76	-0,31	-0,31	-0,56	0,61	1	<0,0001	0,02	0,03	0,43	0,99	0,6	0,6
Mg	-0,01	0,2	-0,09	-0,17	0,47	0,66	-0,54	-0,56	-0,57	0,52	0,83	1	0,01	0,12	0,54	0,95	0,59	0,66
Fe	-0,16	-0,14	0,15	0,1	-0,31	-0,33	0,38	0,39	0,58	-0,41	-0,46	-0,48	1	0,6	0,86	0,27	0,4	0,33
Mn	0,31	0,06	-0,16	-0,02	0,54	0,26	-0,28	-0,28	-0,24	0,21	0,41	0,3	-0,11	1	0,99	0,49	0,95	0,86
I-Riq-T	-0,29	0,14	0,49	0,52	0,09	-0,22	-0,1	-0,13	0,32	-0,23	-0,16	-0,12	-0,03	0,0035	1	0,71	0,02	0,01
I-Den-T	0,8	0,14	-0,59	-0,62	-0,22	-0,37	-0,16	-0,14	-0,57	0,29	-0,0018	-0,01	-0,22	0,14	-0,07	1	0,02	0,0021
I-Dom-T	0,4	-0,06	-0,27	-0,3	-0,02	0,02	-0,23	-0,2	-0,39	0,38	0,11	0,11	-0,17	0,01	-0,44	0,44	1	<0,0001
I-Sha-T	-0,51	-0,01	0,4	0,43	0,06	0,02	0,2	0,18	0,45	-0,44	-0,11	-0,09	0,19	-0,03	0,49	-0,57	-0,96	1

Colores arbitrarios diferentes representan el grado de relación entre variables. Valores positivos indican correlación positiva (>0) y valores negativos indican correlación negativa (<0). Valores sobre la diagonal corresponden a probabilidades y valores bajo la diagonal corresponden a valores de r cuadrado. Pend = Pendiente, IAF = Índice de Área foliar, COB = Cobertura arbórea, DA = Densidad Aparente, MO = Materia Orgánica, N = Nitrógeno, P = Fósforo, K = Potasio, Ca = Calcio, Mg = Magnesio, Fe = Hierro, Mn = Manganeseo, I-Riq-T = Índice de Riqueza de totales (herbáceas y leñosas), I-Den-T = Índice de Densidad de totales (herbáceas y leñosas), I-Dom-T = Índice de Dominancia de totales (herbáceas y leñosas) y I-Sha-T = Índice de Shannon de totales (herbáceas y leñosas).

Fuente: Elaboración propia

### 7.4.2. Especies herbáceas

La comunidad forestal 2 (CF2) y el ecosistema de páramo presentan una correlación positiva entre el IAF y la Riqueza de especies herbáceas, no así para la comunidad forestal 1 (CF1) que presenta una asociación negativa.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16.** Relación entre la Riqueza e Índice de Área Foliar para las especies herbáceas por comunidades forestales y páramo

La riqueza (I-Riq-H) de las especies herbáceas se correlacionó positivamente con la altitud pero negativamente con el hierro (Fe) disponible (Tabla 11). La densidad (I-Den-H) de individuos se correlacionó positivamente con la altitud no así con el índice de área foliar, cobertura arbórea y fosforo disponible (P) (Tabla 11). El índice de dominancia (I-Dom-H)) y el índice de diversidad alfa de Shannon (I-Sha-H) no se correlacionaron con ninguna variable independiente.

**Tabla 11.** Análisis de correlación de Spearman de variables dependientes y variables independientes en especies herbáceas identificadas en ecosistema altoandinos de bosques secundarios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) y páramo (Soldados) de la provincia del Azuay.



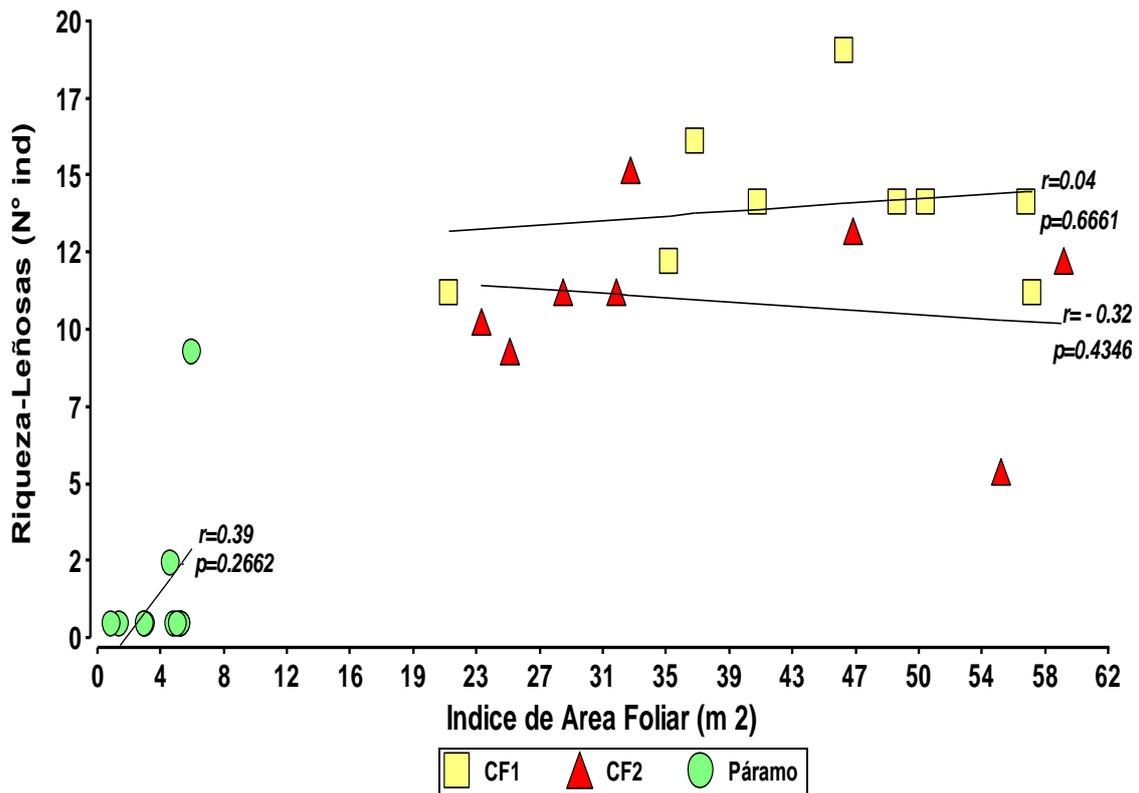
	Altitud	Pend	IAF	Cob.A%	DA	PH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	I-Riq-H	I-Den-H	I-Dom-H	I-Sha-H
Altitud	1	0,17	<0,0001	<0,0001	0,62	0,07	0,92	0,85	0,01	0,14	0,82	0,95	0,42	0,11	0,00074	<0,0001	0,85	0,84
Pend	0,27	1	0,28	0,2	0,18	0,9	0,49	0,53	0,76	0,43	0,49	0,31	0,47	0,76	0,19	0,36	0,36	0,29
IAF	-0,77	-0,22	1	<0,0001	0,99	0,37	0,4	0,45	0,0026	0,27	0,63	0,64	0,46	0,41	0,05	0,0018	0,76	0,89
Cob.A%	-0,69	-0,25	0,82	1	0,96	0,57	0,61	0,66	0,0029	0,1	0,54	0,38	0,61	0,9	0,15	0,00023	0,76	0,9
DA	-0,1	0,27	0,0031	0,01	1	0,03	0,01	0,01	0,48	0,48	0,1	0,01	0,12	0,0037	0,62	0,39	0,67	0,85
PH	-0,35	-0,02	0,18	0,11	0,41	1	0,18	0,18	0,12	0,0039	<0,0001	0,00016	0,09	0,19	0,37	0,1	0,34	0,36
MO	0,02	0,14	0,17	0,1	-0,5	-0,26	1	<0,0001	0,0035	0,22	0,12	0,0034	0,05	0,16	0,4	0,48	0,17	0,16
N	0,04	0,13	0,15	0,09	-0,52	-0,27	1,00	1	0,0045	0,23	0,11	0,0026	0,04	0,16	0,4	0,55	0,2	0,19
P	-0,5	0,06	0,56	0,55	-0,14	-0,31	0,54	0,53	1	0,0042	0,0023	0,0017	0,0017	0,22	0,07	0,0015	0,37	0,18
K	0,29	0,16	-0,22	-0,32	0,14	0,54	-0,24	-0,24	-0,53	1	0,00069	0,01	0,03	0,3	0,18	0,08	0,22	0,22
Ca	0,05	0,14	-0,1	-0,12	0,32	0,76	-0,31	-0,31	-0,56	0,61	1	<0,0001	0,02	0,03	0,41	0,78	0,74	0,64
Mg	-0,01	0,2	-0,09	-0,17	0,47	0,66	-0,54	-0,56	-0,57	0,52	0,83	1	0,01	0,12	0,67	0,89	0,5	0,45
Fe	-0,16	-0,14	0,15	0,1	-0,31	-0,33	0,38	0,39	0,58	-0,41	-0,46	-0,48	1	0,6	0,05	0,23	0,87	0,97
Mn	0,31	0,06	-0,16	-0,02	0,54	0,26	-0,28	-0,28	-0,24	0,21	0,41	0,3	-0,11	1	0,03	0,36	0,75	0,44
I-Riq-H	0,61	0,26	-0,38	-0,28	0,1	-0,18	-0,17	-0,17	-0,36	0,27	0,16	0,09	-0,38	0,42	1	<0,0001	0,22	0,08
I-Den-H	0,84	0,18	-0,61	-0,65	-0,17	-0,32	-0,14	-0,12	-0,58	0,35	0,06	0,03	-0,24	0,18	0,7	1	0,8	0,8
I-Dom-H	-0,04	-0,18	0,06	0,06	0,09	0,19	-0,27	-0,25	-0,18	0,24	0,07	0,13	0,03	-0,06	-0,24	0,05	1	<0,0001
I-Sha-H	0,04	0,21	0,03	0,03	-0,04	-0,18	0,28	0,26	0,27	-0,24	-0,09	-0,15	-0,01	0,16	0,35	-0,05	-0,95	1

Colores arbitrarios diferentes representan el grado de relación entre variables. Valores positivos indican correlación positiva (>0) y valores negativos indican correlación negativa (<0). Valores sobre la diagonal corresponden a probabilidades y valores bajo la diagonal corresponden a valores de r cuadrado. Pend = Pendiente, IAF = Índice de Área foliar, COB = Cobertura arbórea, DA = Densidad Aparente, MO = Materia Orgánica, N = Nitrógeno, P = Fosforo, K = Potasio, Ca = Calcio, Mg = Magnesio, Fe = Hierro, Mn = Manganeso, I-Riq-H = Índice de Riqueza de herbáceas, I-Den-H = Índice de Densidad de herbáceas, I-Dom-H = Índice de Dominancia de herbáceas y I-Sha-H = Índice de Shannon de herbáceas.

Fuente: Elaboración propia

### 7.4.3. Especies leñosas

La comunidad forestal 1 (CF1) y el ecosistema de páramo presentan una correlación positiva entre el IAF y la Riqueza de especies leñosas, no así para la comunidad forestal 2 (CF2) que presenta una asociación negativa.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17.** Relación entre los valores de Riqueza e Índice de Área Foliar para las especies leñosas por comunidades forestales y páramo.

La riqueza (I-Riq-L) de las especies leñosas se correlacionó positivamente con el Índice de área foliar (IAF), cobertura arbórea y fosforo disponible (P); pero negativamente con la altitud y el potasio disponible (K) (Tabla 12). La densidad (I-Den-L) de individuos se correlacionó positivamente con el Índice de área foliar (IAF) y cobertura arbórea y se correlaciono negativamente con la altitud. El índice de dominancia (I-Dom-L)) se correlacionó positivamente con el índice de área foliar y la cobertura arbórea. El índice de diversidad alfa de Shannon (I-Sha-L) se correlacionó positivamente con el Índice de área foliar



(IAF), cobertura arbórea y fósforo disponible (P) no así con la altitud, potasio disponible (K) (Tabla 12).

**Tabla 12.** Análisis de correlación de Spearman de variables dependientes y variables independientes en las especies leñosas identificadas en ecosistema alto-andinos de bosques secundarios (Pillachiquir, Gañadel e Irquis) y páramo (Soldados) de la provincia del Azuay.



	Altitud	Pend	IAF	Cob.A%	DA	PH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	I-Riq-L	I-Den-L	I-Dom-L	I-Sha-L
Altitud	1	0,17	<0,0001	<0,0001	0,62	0,07	0,92	0,85	0,01	0,14	0,82	0,95	0,42	0,11	<0,0001	0,0018	0,13	<0,0001
Pend	0,27	1	0,28	0,20	0,18	0,90	0,49	0,53	0,76	0,43	0,49	0,31	0,47	0,76	0,42	0,31	0,46	0,56
IAF	-0,77	-0,22	1	<0,0001	0,99	0,37	0,40	0,45	0,0026	0,27	0,63	0,64	0,46	0,41	<0,0001	0,0013	0,0027	0,0002
Cob.A%	-0,69	-0,25	0,82	1	0,96	0,57	0,61	0,66	0,0029	0,10	0,54	0,38	0,61	0,90	<0,0001	0,0017	0,0013	<0,0001
DA	-0,10	0,27	0,00	0,01	1	0,03	0,01	0,01	0,48	0,48	0,10	0,01	0,12	0,0037	0,73	0,69	0,98	0,84
PH	-0,35	-0,02	0,18	0,11	0,41	1	0,18	0,18	0,12	0,0039	<0,0001	0,0002	0,09	0,19	0,67	0,40	0,58	0,59
MO	0,02	0,14	0,17	0,10	-0,50	-0,26	1	<0,0001	0,0035	0,22	0,12	0,0034	0,05	0,16	0,49	0,68	0,34	0,33
N	0,04	0,13	0,15	0,09	-0,52	-0,27	1,00	1	0,0045	0,23	0,11	0,0026	0,04	0,16	0,55	0,75	0,40	0,39
P	-0,50	0,06	0,56	0,55	-0,14	-0,31	0,54	0,53	1	0,0042	0,0023	0,00	0,0017	0,22	0,0003	0,08	0,08	<0,0001
K	0,29	0,16	-0,22	-0,32	0,14	0,54	-	-0,24	-0,53	1	0,0007	0,01	0,03	0,30	0,01	0,48	0,55	0,0017
Ca	0,05	0,14	-0,10	-0,12	0,32	0,76	-	-0,31	-0,56	0,61	1	<0,0001	0,02	0,03	0,15	0,43	0,61	0,16
Mg	-0,01	0,20	-0,09	-0,17	0,47	0,66	-	-0,56	-0,57	0,52	0,83	1	0,01	0,12	0,21	0,95	0,75	0,24
Fe	-0,16	-0,14	0,15	0,10	-0,31	-0,33	0,38	0,39	0,58	-0,41	-0,46	-0,48	1	0,60	0,18	0,18	0,33	0,13
Mn	0,31	0,06	-0,16	-0,02	0,54	0,26	-	-0,28	-0,24	0,21	0,41	0,30	-0,11	1	0,06	0,64	0,21	0,04
I-Riq-L	-0,79	-0,16	0,78	0,80	-0,07	-0,09	0,14	0,12	0,65	-0,50	-0,28	-0,25	0,27	-0,36	1	0,0001	0,05	<0,0001
I-Den-L	-0,57	-0,20	0,59	0,58	-0,08	0,17	0,08	0,06	0,35	-0,14	0,16	-0,01	0,27	-0,09	0,67	1	0,0017	<0,0001
I-Dom-L	-0,30	-0,15	0,55	0,59	0,00	0,11	0,19	0,17	0,34	0,12	0,10	-0,06	0,20	0,25	0,38	0,57	1	0,14
I-Sha-L	-0,78	-0,12	0,66	0,69	-0,04	-0,11	0,20	0,17	0,68	-0,57	-0,28	-0,23	0,30	-0,40	0,94	0,69	0,29	1

Colores arbitrarios diferentes representan el grado de relación entre variables. Valores positivos indican correlación positiva (>0) y valores negativos indican correlación negativa (<0). Valores sobre la diagonal corresponden a probabilidades y valores bajo la diagonal corresponden a valores de r cuadrado. Pend = Pendiente, IAF = Índice de Área foliar, COB = Cobertura arbórea, DA = Densidad Aparente, MO = Materia Orgánica, N = Nitrógeno, P = Fosforo, K = Potasio, Ca = Calcio, Mg = Magnesio, Fe = Hierro, Mn = Manganeso, I-Riq-L = Índice de Riqueza de leñosas, I-Den-L = Índice de Densidad de leñosas, I-Dom-L = Índice de Dominancia de leñosas y I-Sha-L = Índice de Shannon de leñosas.

Fuente: Elaboración propia



## 8. DISCUSION

Considerando las especies herbáceas y leñosas, la riqueza fue superior en la comunidad forestal 1 (CF1) y 2 (CF2) frente al páramo. La mayor cantidad de herbáceas se registraron en la comunidad forestal 2 y en el páramo. La comunidad 2 es un bosque de mayor edad de sucesión, por lo que su sotobosque es menos denso de arbustos, por lo tanto, estaría facilitando la presencia de herbáceas como regeneración natural, especialmente de la familia Araliaceae (5 especies) y Apiaceae (4 especies). Valores menores en el índice de diversidad de Simpson fueron registrados (0.17-0.79) en la reserva de Producción de Fauna de Chimborazo dominado por un páramo herbáceo (Caranqui y Lozano 2016) frente a los encontrados en este estudio donde se registró  $0,77 \pm 0,02$ .

En el caso del páramo herbáceo la mayor riqueza de especies está dominada por hierbas cuyas especies pertenecen a las familias Asteraceae con (15 especies) y Poaceae (9 especies) las cuales son consideradas como las familias botánicas más diversas del Ecuador. Estos resultados obtenidos en los páramos son similares a los obtenidos por Ayala *et al.* (2014) en el Parque Nacional Yacuri en el Sur del Ecuador donde las familias Asteraceae y Poaceae son las más representativas dentro de un páramo herbáceo.

La mayor riqueza y abundancia de las especies leñosas fueron registrados en las comunidades forestales 1(CF1) y 2 (CF2), mientras que para el ecosistema de páramo las especies herbáceas presentaron mayor abundancia, aunque existen pequeños arbustos en el páramo herbáceo su riqueza es menor, por el hecho de estar dominado por herbáceas. En las comunidades forestales 1 y 2 sobresalen las plantas pertenecientes a la familia Asteraceae con un mayor número de especies (7 y 8 especies), especialmente con arbustos pequeños. Las Asteraceae son especies heliófilas pioneras que se desarrollan muy eficientemente donde existe alta disponibilidad de luz (Aguirre *et al.* 2013). La mayor presencia de estas especies nos permite inferir de ecosistemas que tienen un grado de sucesión influenciado por algún tipo de intervención antropogénica, mostrado a través de sus claros dentro de la masa forestal.



El número de individuos de cada especie estaría relacionado con la estructura de los ecosistemas, la cual está dominada de biotipos leñosos para los bosques y hierbas para el páramo. Las familias botánicas con mayor número de especies para los bosques son Berberidaceae y Asteraceae; esta última también es registrada para el ecosistema de páramo seguida por las Poaceas. Estos resultados no son consistentes con lo registrado por Beltrán *et al.* (2009) en el páramo ecuatoriano entre los 3000 m s.n.m. y 3500 m s.n.m. donde se ha documentado que las familias Melastomataceae y Clusiaceae son las que mayor densidad relativa poseen.

Respecto a la composición florística, en el ecosistema de páramos a un rango altitudinal entre 3050 m s.n.m. - 3865 m s.n.m. se registró un total de 27 familias, 54 géneros y 55 especies. Estos resultados son superiores a los documentados en los páramos del Chimborazo donde se encontró 20 familias, 36 géneros y 46 especies (Caranqui y Lozano 2016). No obstante, valores mayores fueron registrados por Eguiguren *et al.* (2010) en el Parque Nacional Podocarpus en un ecosistema de páramo a una altitud de 3270 m s.n.m. donde se identificó 33 familias, 60 géneros y 86 especies.

Referente al índice de densidad de especies herbáceas y leñosas existe una correlación positiva con la altitud, pero negativa con la cobertura arbórea, Índice de área foliar y fósforo disponible (P). Se han documentado cambios altitudinales asociados a factores edáficos, los cuales están influyendo directamente en la estructura de las comunidades vegetales y en la composición de especies (Mogollón y Guevara 2003). La riqueza y diversidad específicamente de las especies leñosas se correlaciona positivamente con el fósforo disponible (P). Una de las formas de fosfatos predominante en los suelos del páramo de Colombia es el fosfato de hierro, aunque algunas especies solubilizan únicamente lo necesario para su crecimiento. En los bosques la mayoría del fósforo reciclado es a partir de la descomposición de la hojarasca (Bonilla 2005).

Una correlación positiva entre la riqueza, Índice de área foliar y cobertura arbórea de especies herbáceas y leñosas indica el estado de conservación de los ecosistemas. La comunidad forestal uno y dos presentaron valores mayores en los índices de área foliar y riqueza. Los valores más altos de Índice de Área



Foliar (6.29) corresponden a zonas conservadas mientras que las zonas con actividades agrícolas registran valores menores de IAF = 0.15 (Vásquez *et al.* 2014). Por lo tanto, la riqueza de especies estaría influenciada por los valores de Índice de Área foliar registrados en cada ecosistema. La comunidad forestal 1 presento un mayor Índice de Área Foliar ( $43.76\text{m}^2$ ) frente a la comunidad forestal 2 ( $37.83\text{m}^2$ ) y el páramo ( $3.83\text{m}^2$ ) que presenta valores menores.

Según el Índice de Valor de Importancia (IVI) en las comunidades forestales uno y dos para las especies leñosas sobresalen *Desfontania spinosa*, *Miconia sp.* *Hedyosmum cumbalense*. Estos resultados coinciden con Beltrán *et al.* (2009) quienes registran estas especies dentro de las 8 especies con un mayor índice de valor de Importancia en altitudes entre 3000 m s.n.m. - 3800 m s.n.m. ubicados al sur de la provincia del Azuay. En el ecosistema de páramo se registra a *Lachemilla orbiculata* y *Calamagrostis intermedia* entre las tres especies con mayor Índice de valor de importancia, estos resultados coinciden con Pujos (2013) quien registra estas especies entre las 6 con un mayor índice de valor de importancia a altitudes entre 3600 m s.n.m. - 3800 m s.n.m. en ecosistemas de páramo.



## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. Conclusiones

En la comunidad forestal 1 y 2 se registró 89 familias, 128 géneros y 85 especies mientras que en el ecosistema de páramo se documentó 27 familias, 54 géneros y 55 especies.

La mayor riqueza de las especies herbáceas y leñosas se registró en la CF1 y CF2 frente al páramo. Mientras que para las especies herbáceas comunidad 2 y el páramo registraron valores mayores.

La abundancia de las especies leñosas registró valores mayores en las comunidades forestales uno y dos. Mientras que para el ecosistema de páramo las especies herbáceas presentaron mayor abundancia. Por lo tanto, el número de individuos estaría relacionado con la estructura de los ecosistemas, la cual está dominada de biotipos leñosos para los bosques y hierbas para el páramo.

El Fosforo disponible (P) presenta una correlación negativa con el índice de Densidad y Dominancia de especies herbáceas y leñosas, mientras que para la diversidad presenta una correlación positiva. El índice de área foliar, cobertura arbórea presentan una correlación negativa con la Densidad. El gradiente altitudinal presenta una correlación negativa con la diversidad y positiva con la densidad de individuos. También hay una correlación positiva entre la riqueza, Índice de área foliar y cobertura arbórea de especies herbáceas y leñosas lo que indican el estado de conservación de los ecosistemas especialmente de los bosques debido a la mayor presencia cobertura arbórea.

Según el Índice de Valor de Importancia (IVI) en las comunidades forestales uno y dos se registran a *Desfontainia spinosa*, *Vallea stipularis* y *Weinmannia rollottii* (Tabla 9) como las especies ecológicamente más importantes. Mientras que para el ecosistema de páramo sobresalen *Lachemilla orbiculata*, *Paspalum bonplandianum* y *Werneria* sp.

Los resultados generados en esta investigación indican que la regeneración natural puede ser una estrategia efectiva para la restauración y



conservación de diversidad florística de los ecosistemas alto andinos. Además, permitirá un futuro manejo sostenible de bosques secundarios y páramos.

## **9.2. Recomendaciones**

La información generada en esta investigación constituye un aporte al conocimiento sobre la riqueza y diversidad florística en ecosistemas altoandinos. Por tanto, se recomienda la socialización de estos resultados con los organismos públicos y privados tomadores de decisiones con relación al cuidado y conservación del medio ambiente.

Desarrollar más estudios sobre regeneración natural en bosques primarios y bajo plantaciones de pino.



## 10. REVISION BIBLIOGRAFICA

AGROCALIDAD. 2016. Informe de la Red nacional de laboratorios de Suelo (RELASE).

Aguirre, C; Valdez, J; Angeles, G; De los Santos, H; Aguirre, A. 2011. Mapeo del Índice de Área foliar y cobertura arbórea mediante fotografía hemisférica y datos spot 5 HRG: Regresión y K-NN. *Agrociencia* 45:105-119.

Aguirre, Z; León, N; Palacios, B; Aguirre, N. 2013. Dinámica de crecimiento de 29 especies forestales en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe. Ecuador. *CEDAMAZ* 3(1):18-36.

Aguirre, Z; Betancourt, Y; Lopez, G. 2014. Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local. *Revista CEDAMAZ* 3(1):54-65.

Aide, T; Zimmerman, J; J, R; Mercado, L. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration ecology* 8(4):328-338.

Aristizábal, H. 2010. Biodiversidad.

Ayala, L; Villa, M; Aguirre, Z; Aguirre, N. 2014. Cuantificación del carbono en los páramos del Parque Nacional Yacuri, provincias de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista CEDAMAZ* 4(1):45-52.

Báez, S; Agustina, C; Blundo, J; Aguilar, C; Aguirre, M; Aguirre, N; Álvarez, Z; Cuesta, E; Duque, F. 2015. Large-scale patterns of turnover and basal area change in Andean forests. *PloS one* 10(5):e0126594.

Barik, S; Tripathi, R; Pandey, H; Rao, P. 1996. Tree regeneration in a subtropical humid forest: effect of cultural disturbance on seed production, dispersal and germination. *Applied Ecology* 33: 1551-1560.



- Bawa, K; Seiler, R. 1998. Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forest. *Conservation Biology* 12:46-55.
- Beltrán, K; Salgado, S; Cuesta, F; León-Yáñez, S; Romoleroux, K; Ortiz, E; Cárdenas, A; Velástegui, A. 2009. Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador. *EcoCiencia*, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito, Ecuador.
- Bio-Science, C. 2016. Plants Science tools. Disponible en <https://www.cid-inc.com>
- Bonilla, M. 2005. Estrategias adaptativas de plantas de páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Buckley, D; Sharik, T; IsebrandS, J. 1998. Regeneration of northern red oak: positive and negative effects of competitor removal. *Ecology and society* 79: 65-78.
- Bussmann, R. 2005. Bosques andinos del sur del Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Biología New* 12 (12): 203-216.
- Caranqui, J; Lozano, P. 2016. Composición y diversidad florística de los páramos en la reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE* 7.
- Cavelier, J; Santos, C. 1999. Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. *Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation* 47(4):775-784.
- Chazdon, R. 2008. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. *science* 1155365(1458):320.
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, C. 2011. Infostat: Software estadístico versión 2011. . Disponible en <http://www.infostat.com.ar>



- Di Stéfano, J. 1996. Regeneración de la vegetación arbórea en una pequeña reserva forestal urbana del nivel premontano húmedo, Costa Rica José Feo. Di Stéfano, Vanessa Nielsen, Judy Hoomans y Luis A. Fournier. *Rev. Biol. Trop* 44(2):575-580.
- Eguiguren, P; Ojeda, T; Aguirre, N. 2010. Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del Cambio Climático.
- Evans, K. 2016. El potencial de la regeneración natural en la restauración de paisajes forestales. *Los bosques en las noticias*
- Fraser, B. 2017. Beneficios de la regeneración natural en bosques y territorios: "La madre naturaleza siempre sabe más". *Forest, Trees and Agroforestry*.
- Gunter, S; Weber, M; Erreis, R; Aguirre, N. 2006. Influence of distance to forest edges on natural regeneration of abandoned pastures: a case study in the tropical mountain rain forest of Southern Ecuador. *Springer* 126:67-75.
- Guzmán, V; León, A. 2012. Impacto de la calidad de datos sobre el cierre del balance hídrico en cuencas de páramo y bosques (Mazar y Soldados).
- Hernandez, M. 2012. Biodiversidad y Conservación: Como se restaura un bosque-La regeneración natural.
- Homeier, J; Breckle, S; Günter, S; Rollenbeck, R; Leuschner, C. 2010. Tree Diversity, Forest Structure and Productivity along Altitudinal and Topographical Gradients in a Species-Rich Ecuadorian Montane Rain Forest. *Biotropica* 42(2):140-148.
- Jadán, O; Tepan, B; Toledo, C; Zea, P; Cedillo, H; Peralta, A; Catro, P; Vaca, C; Tepan, B. 2017. Forest communities in high Andean Secondary forest (Azuay, Ecuador). *BOSQUE* 38(1):141-154.



- Jaimes, V. 2000. Estudio ecologico de una sucesion secundaria y mecanismos de recuperacion de la fertilidad en un ecosistema de Páramo. Tesis de Maestris, Venezuela.
- Jaimes, V; Sarmiento, L. 2002. Regeneracion de la vegetacion de páramos después de un disturbio agricola en la cordillera oriental de Colombia. Ecotropicos.
- Joseph, M; Wunderle, J. 1997. The role of animal seed dispersal in eccelerating native regeneration on degraded tropical lands. Elsevier 99 223-235.
- Kozlowski, T; Kramer, P; Pallardy, S. 1991. The physiological Ecology of woody plantas. Academeic Press.
- Kozlowski, T; Pallardy, S. 1997. Growth control in woody plants. Academeic Press.
- León, S; Valencia, R; Pitman, N; Endara, L; Ulloa, C; Navarrere, H. 2000. Libro rojo de Plantas Endemicas del Ecuador 2012. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito 2.
- Lieberman, D; Lieberman, M; Peralta, R; Hartshorn, G. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. Journal of Ecology:137-152.
- Llambi, L; Soto-W, A; Célleri, R; Bievre, B; Ochoa, B; Borja, P. 2012. Paramos andinos: Ecología, hidrologia y suelos de páramos.
- Lloret, F. 2004. Regimen de incendios y Regeneracion. EGRAF, S.A.
- MAE. 2012. Sistema de clasificacion de los ecosistemas del Ecuador Continental.
- Malhado, A; Costa, m; Portilla, k; de Lima, F; Figueiredo, D. 2009. Seasonal leaf dynamics in an Amazonian tropical forest. For. Ecolo. Manage.



- Mazzola, M; Kin, A; Morici, E; Babinec, F; Tamborini, G. 2008. Efecto del Gradiente altitudinal sobre la vegetacion de las Sierras de Lihue (La pamba, Argentina). Bol. Soc. 43(1-2)>103-119.
- Melo, O; Vargas, R. 2001. Evaluacion ecologica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Libro.
- Mena, J; Medina, P. 2000. biodiversidad de los páramos.
- Mogollón, H; Guevara, J. 2003. Caracterizacion Vegetal de la Bioreserva del Cóndor. The Nature conervancy, Ecociencia, Numashir & USAID.
- Mostacedo, J; Veblen, T. 1999. Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia: assessment and recommendations. Forest Ecology and Management 124:263-273.
- Myers, N; Mittermeiern, L; Mittermaier, C; Fonseca, D; Kent, L. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature (403/25): 853-858.
- Myneni, RB; Yang, W; Nemani, RR; Huete, AR; Dickinson, RE; Knyazikhin, Y; Didan, K; Fu, R; Juárez, RIN; Saatchi, SS. 2007. Large seasonal swings in leaf area of Amazon rainforests. Proceedings of the National Academy of Sciences 104(12):4820-4823.
- Nathan, R; Muller, H. 2000. Spatial petterns of seed dispersal, their determinants and consequences dor recruitment. Trends in Ecology y Evolution 15, 278-285.
- Norden, N. 2014. El porque de la renegeracion natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. Scielo 17(2) 247-261.
- Paucar, M. 2011. Composición y Estructura de un Bosque Montano, sector Licto, cantón Patate, provincia de Tungurahua.



- Peña-Claros, M. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon1. *Biotropica* 35(4):450-461.
- Peréz, P; Lopéz, F; García, F; Cuevas, P; Rodríguez, A. 2013. Procesos de regeneracion natural en bosques de encinos: factores facilitadores y limitantes. *Biologicas*.
- Pérez, P, López, F., García, F., Cuenva, P., Gonzales, A. 2013. Procesos de regeneración natural en bosques de encinos: factores facilitadores y limitantes. *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*:18-24.
- Perry, D. 1998. The scientific basis of forestry. . *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 435-466.
- Polanco, MC; Pando, FS; Lorenzo, MJR; Blanco, MD; Dorriba, PR; Suárez, ID. 2005. El índice de área foliar (LAI) en masas de abedul (*Betula celtiberica* Rothm. et Vasc.) en Galicia. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* (20).
- Pujos, L. 2013. Diversidad floristica a diferente altitud en el ecosistema de páramo de tres comunidades de la organizacion de segundo grado unión de organizaciones del pueblo de Chibuleo.
- Pulido, F. 2002. *Biología reproductiva y conservacion: el caso de la regeneracion de los bosques templados y subtropicales de robles*. Scielo 75.
- Pullido, F; Diaz, B; Martinez, G. 2000. Incidencia del ramoneo del guanaco (*Lama guanicoe*) sobre la regeneracion temprana de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Tierra de fuego, Argentina. *Investigacion agraria, Sistemas y recursos forestales* 9: 381-394.



- Sanchez, A; López, L. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. 74(1): 47-71.
- Shvidenko, A; Gonzalez, P. 2005. Forest and Woodland Systems. Ecosystem and Human Well-being: Current state and trend 21:37.
- Sierra, R. 2013. Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. Quito, Ecuador p.
- Tepan, B; Toledo, C. 2016. Diversidad y Estructura en Bosques Secundarios Andinos del canton Cuenca, Provincia del Azuay. Universidad de Cuenca. 72
- Vargas, O. 2000. Sucesión Regeneración del Páramo después de Quemas. Tesis de Maestría, Colombia.
- Vásquez, A; Rodríguez, C; Del Valle, E; Velasco, V; Campos, G. 2014. Índice de área foliar y factores de perturbación en una cuenca hidrográfica del río Tehuntepec.pdf. Revista mexicana de Agroecosistemas 1:8.
- Vilchez, B; Chazdon, R; Alvarado, W. 2008. Fenología reproductiva de las especies del dosel en bosques secundarios y primarios de la región Huasteca Norte de Costa Rica y su influencia en la regeneración vegetal. Kurú.
- Wang, B; Smith, T. 2002. Coexistence mediated by recruitment fluctuations: a field guide to the storage effect. American Naturalist 125, 769-787.
- Zegers, C. 1989. Regeneración y crecimiento en el tipo forestal siempreverde costero y andino tras distintos tratamientos silviculturales. BOSQUE 10(2):69-83.



## 11. ANEXOS

**Anexo 1.** Índices de variables ambientales, vegetales y edáficas en la comunidad forestal uno (CF1).

CF	CF1								
Parcela	1	2	3	4	5	14	15	16	17
Riqueza T	24	22	33	25	28	21	24	22	23
Abundancia-T	768	372	510	250	169	147	143	110	296
Dominancia-T	0,595	0,138	0,165	0,143	0,071	0,086	0,085	0,080	0,169
Simpson-T	0,405	0,862	0,835	0,857	0,929	0,914	0,915	0,921	0,832
Shannon-T	1,163	2,355	2,328	2,502	2,95	2,699	2,725	2,744	2,263
Riqueza-H	11	12	15	12	13	11	13	9	10
Abundancia-H	663	302	430	158	65	93	90	59	210
Dominancia-H	0,794	0,189	0,228	0,302	0,124	0,161	0,159	0,168	0,298
Simpson-H	0,206	0,811	0,772	0,698	0,876	0,839	0,841	0,833	0,703
Shannon-H	0,572	1,955	1,778	1,734	2,305	2,050	2,076	1,935	1,578
Riqueza-L	14	11	19	14	16	11	12	14	14
Abundancia-L	106	142	243	372	525	770	810	832	1479
Dominancia-L	0,196	0,359	0,109	0,165	0,136	0,154	0,152	0,141	0,218
Simpson-L	0,804	0,641	0,891	0,835	0,864	0,846	0,848	0,860	0,782
Shannon- L	2,009	1,565	2,550	2,073	2,302	2,082	2,102	2,243	1,902
DA	0,546	0,536	0,623	0,963	0,913	0,461	0,933	0,746	0,561
pH	3,77	4,63	4,21	4,35	4,33	4,34	5,23	5,36	6,25
MO	23,08	25,39	11,09	8,87	9,47	30,88	9,98	28,11	9,93
N	1,15	1,27	0,55	0,44	0,47	1,54	0,5	1,41	0,5
P	33,7	13,8	12,4	6,5	14,3	18,7	15,2	4,4	3,5
K	0,19	0,26	0,13	0,13	0,14	0,4	0,14	0,1	0,65
Ca	0,91	1,16	1,25	3,92	1,34	1,73	9,76	6,78	13,9
Mg	0,31	0,31	0,34	1,72	0,94	0,39	3,91	0,81	1,21
Fe	2848	1010	21,23	1642	15,38	1669	1052	861,4	592,3
Mn	9,86	19,65	7,45	42,36	7,65	7,09	27,28	22,29	14,17
COB %	67,5	68,95	82,14	69,17	67,5	25,62	26,67	68,7	79,58
IAF m2	57,006	57,36	45,78	50,83	36,69	21,55	35,05	40,53	49,07
X	724810	724059	723104	722832	636396	705285	709767	709208	709895
Y	9652593	9652337	9654015	9654470	9654996	9660553	9659745	9659469	9659515
Pendiente	7	4	20	7	8	6	70	2	2,37
Altitud	3210	3100	3150	3120	3083	3218	3011	3100	3050

CF: Comunidad forestal, T = Total (herbáceas y leñosas), H= herbáceas, L = leñosas, IAF = Índice de Área Foliar, COB = Cobertura arbórea, DA = Densidad Aparente, MO = Materia Orgánica, N = Nitrógeno, P = Fosforo, K = Potasio, Ca = Calcio, Mg = Magnesio, Fe = Hierro, Mn = Manganeseo

**Fuente:** Elaboración propia



**Anexo 2.** Índices de variables ambientales, vegetales y edáficas en la comunidad forestal dos (CF2).

CF	CF2							
Parcela	6	7	8	9	10	11	12	13
Riqueza T	31	28	33	27	22	25	22	24
Abundancia-T	466	688,3	867	985	367	269	232	364
Dominancia-T	0,107	0,182	0,174	0,136	0,193	0,134	0,253	0,236
Simpson-T	0,893	0,818	0,826	0,864	0,808	0,867	0,748	0,764
Shannon-T	2,678	2,21	2,288	2,426	2,219	2,413	2,026	2,03
Riqueza-H	17	18	22	15	13	15	18	16
Abundancia-H	352	575,3	752	884	298	218	219	316
Dominancia-H	0,170	0,252	0,227	0,166	0,283	0,189	0,282	0,307
Simpson-H	0,830	0,748	0,773	0,834	0,717	0,811	0,718	0,693
Shannon-H	2,144	1,778	1,909	2,122	1,693	1,978	1,853	1,649
Riqueza-L	15	11	12	13	10	11	5	9
Abundancia-L	684	798	928	918	700	572	168	637
Dominancia-L	0,161	0,232	0,203	0,212	0,167	0,247	0,347	0,258
Simpson-L	0,840	0,768	0,797	0,788	0,833	0,753	0,653	0,742
Shannon-L	2,089	1,729	1,852	1,907	1,968	1,773	1,270	1,650
DA	0,261	0,855	0,627	0,606	0,207	0,822	0,826	0,945
pH	3,64	4,19	5,54	3,63	3,34	4,81	5,25	5,52
MO	35,46	8,64	8,92	31,81	25,16	20,54	27,88	9,47
N	1,77	0,43	0,45	1,59	1,26	1,03	1,39	0,47
P	41	10,4	3,5	16,6	11	18,9	16,1	3,5
K	0,12	0,26	1,88	0,2	0,11	0,49	0,4	1,48
Ca	0,22	0,98	21,9	3,71	0,39	4,9	9,39	15,9
Mg	0,09	0,25	3,15	0,27	0,15	0,51	1,1	2,14
Fe	3113	1026	195,1	2070	1625	1060	415,8	273
Mn	5,93	72,34	13,63	10,79	2,73	91,66	110,2	20,7
COB %	76,2	68,8	67,4	24,53	23,9	60,73	84,64	28,23
IAF m2	32,656	31,782	59,214	46,29	23,49	28,534	55,402	25,256
X	717546	717652	717860	719394	719596	703654	704475	704661
Y	9650640	9651755	9650851	9649808	9649677	9661310	9661840	9660914
Pendiente	50	2	8	25	6	59,375	10	49,61
Altitud	3400	3411	3168	3411	3372	3372	3385	3290

CF: Comunidad forestal, T = Total (herbáceas y leñosas), H= herbáceas, L = leñosas, IAF = Índice de Área Foliar, COB = Cobertura arbórea, DA = Densidad Aparente, MO = Materia Orgánica, N = Nitrógeno, P = Fósforo, K = Potasio, Ca = Calcio, Mg = Magnesio, Fe = Hierro, Mn = Manganeseo

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 3. Índices de variables ambientales, vegetales y edáficas en el ecosistema de páramo.**

Páramo	Páramo	Páramo	Páramo	Páramo	Páramo	Páramo	Páramo	Páramo	Páramo	Páramo
<b>Parcela</b>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<b>Riqueza T</b>	30	23	17	25	23	22	16	7	13	17
<b>Abundancia-T</b>	1232	16455	1677	8416	4091	4899	3319	443	1067	1708
<b>Dominancia-T</b>	0,132	0,233	0,229	0,149	0,123	0,314	0,182	0,353	0,252	0,298
<b>Simpson-T</b>	0,868	0,767	0,771	0,851	0,877	0,686	0,818	0,647	0,748	0,703
<b>Shannon-T</b>	2,449	1,76	1,823	2,187	2,45	1,713	1,935	1,309	1,672	1,638
<b>Riqueza-H</b>	22	22	17	25	23	22	16	7	13	17
<b>Abundancia-H</b>	1163	16454	1677	8416	4091	4899	3319	443	1067	1708
<b>Dominancia-H</b>	0,147	0,233	0,229	0,149	0,123	0,314	0,182	0,353	0,252	0,298
<b>Simpson-H</b>	0,853	0,767	0,771	0,851	0,877	0,686	0,818	0,647	0,748	0,703
<b>Shannon-H</b>	2,272	1,759	1,823	2,187	2,450	1,713	1,935	1,309	1,672	1,638
<b>Riqueza-L</b>	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Abundancia-L</b>	1260	38	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Dominancia-L</b>	0,264	0,500	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Simpson-L</b>	0,736	0,500	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Shannon-L</b>	1,640	0,693	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>DA</b>	0,595	0,690	0,560	0,625	0,770	0,670	0,570	0,730	0,820	0,780
<b>pH</b>	4,43	4,22	4,22	4,27	4,28	4,5	4,33	4,81	4,5	4,81
<b>MO</b>	10,55	17,2	10,51	16,82	17,01	9,46	9,76	11,18	9,46	11,18
<b>N</b>	0,53	0,86	0,53	0,84	0,85	0,47	0,49	0,56	0,47	0,56
<b>P</b>	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
<b>K</b>	0,38	0,54	0,24	0,29	0,41	0,32	0,44	0,57	0,32	0,57
<b>Ca</b>	12,1	5,96	5,61	3,93	3,98	4,09	6,51	5,56	4,09	5,56
<b>Mg</b>	1,66	1,12	1,17	0,8	0,91	0,87	1,18	1,26	0,87	1,26
<b>Fe</b>	607,5	556,6	455,3	404,1	503,1	794,9	739	505,2	794,9	505,2
<b>Mn</b>	55,84	35,41	30,93	22,61	52,92	25,75	19,59	10,22	25,75	10,22
<b>COB %</b>	27,33	5,6	13,6	0	0	0	0	0	0	0
<b>IAF m2</b>	5,8	4,47	1,4	4,73	5,12	0,84	2,98	5,135	2,935	4,925
<b>X</b>	689713	689476	689104	689800	699770	687874	687997	687869	687806	688068
<b>Y</b>	9672942	9673159	9673466	9673070	9673229	9669919	9669937	9670025	9669870	9669776
<b>Pendiente</b>	9	11	12	11	27	5	8	18	15	25
<b>Altitud</b>	3751	3812	3865	3780	3789	3712	3715	3725	3718	3688

CF: Comunidad forestal, T = Total (herbáceas y leñosas), H= herbáceas, L = leñosas, IAF = Índice de Área Foliar, COB = Cobertura arbórea, DA = Densidad Aparente, MO = Materia Orgánica, N = Nitrógeno, P = Fósforo, K = Potasio, Ca = Calcio, Mg = Magnesio, Fe = Hierro, Mn = Manganeseo

**Fuente: Elaboración propia**



**Anexo 4.** Especies más importantes para las herbáceas y leñosas según el Índice de Valor de Importancia (IVI) por comunidad forestal y ecosistema de páramo.

	ESPECIE	Familia	F.	F. R.	N° ind R,	IVI%
CF1	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	4	1,9	22,9	12,4
CF1	<i>Liparis elegantula</i>	Orchidaceae	8	3,8	10,5	7,1
CF1	<i>Mikania sp.</i>	Asteraceae	5	2,3	9,4	5,9
CF1	<i>Rhynchospora vulcani</i>	Cyperaceae	6	2,8	6,1	4,5
CF1	<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	4	1,9	5,6	3,8
CF1	<i>Desfontainia spinosa</i>	Desfontaniaceae	6	2,8	2,9	2,8
CF1	<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	7	3,3	2,1	2,7
CF1	<i>Asclepias sp.</i>	Apocynaceae	4	1,9	2,3	2,1
CF1	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	6	2,8	1,4	2,1
CF1	<i>Palicourea sp.</i>	Rubiaceae	1	0,5	3,5	2,0
CF1	<i>Munnozia senecionidis</i>	Asteraceae	6	2,8	1,1	2,0
CF1	<i>Aetheolaena heterophylla</i>	Asteraceae	4	1,9	2,0	1,9
CF1	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	4	1,9	1,9	1,9
CF1	<i>Maytenus sp.</i>	Celastraceae	5	2,3	1,2	1,8
CF1	<i>Iresine sp.</i>	Amaranthaceae	4	1,9	1,6	1,7
CF1	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	5	2,3	1,0	1,7
CF1	<i>Viburnum triphyllum</i>	Adoxaceae	7	3,3	0,0	1,7
CF1	<i>Thelypteris sp.</i>	Thelypteridaceae	1	0,5	2,7	1,6
CF1	<i>Prunus ovalis</i>	Rosaceae	6	2,8	0,3	1,5
CF1	<i>Macleania rupestris</i>	Ericaceae	5	2,3	0,5	1,4
CF1	<i>Gynoxys cuicochensis</i>	Asteraceae	4	1,9	0,6	1,3
CF1	<i>Agrostis sp.</i>	Poaceae	3	1,4	1,0	1,2
CF1	<i>Oxalis sp.</i>	Oxalidaceae	3	1,4	0,8	1,1
CF1	<i>Oreopanax andreanus</i>	Araliaceae	4	1,9	0,3	1,1



CF1	<i>Peperomia pellucida</i>	Piperaceae	3	1,4	0,8	1,1
CF1	<i>Cestrum tomentosum</i>	Solanaceae	4	1,9	0,3	1,1
CF1	<i>Salvia sp.</i>	Lamiaceae	3	1,4	0,7	1,1
CF1	<i>Oreopanax sp.</i>	Araliaceae	4	1,9	0,3	1,1
CF1	<i>Ageratina sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	1,6	1,0
CF1	<i>Dendrophorbium sp.</i>	Asteraceae	3	1,4	0,6	1,0
CF1	<i>Rubus coriaceus</i>	Rosaceae	4	1,9	0,1	1,0
CF1	<i>Dioscorea composita</i>	Dioscoreaceae	3	1,4	0,4	0,9
CF1	<i>Piper dilatatum</i>	Piperaceae	3	1,4	0,4	0,9
CF1	<i>Myrsine dependens</i>	Primulaceae	2	0,9	0,8	0,9
CF1	<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	2	0,9	0,7	0,8
CF1	<i>Myrsine dependens</i>	Myrsinaceae	3	1,4	0,2	0,8
CF1	<i>Galium aff hypocarpium</i>	Rubiaceae	2	0,9	0,6	0,8
CF1	<i>Weinmannia fagaroides</i>	Cunoniaceae	2	0,9	0,6	0,8
CF1	<i>Moritzia lindenii</i>	Boraginaceae	2	0,9	0,5	0,7
CF1	<i>Hydrocotyle humboldtii</i>	Araliaceae	1	0,5	0,9	0,7
CF1	<i>Jobinia sp.</i>	Apocynaceae	1	0,5	0,8	0,7
CF1	<i>Bomarea sp.</i>	Alstroemeriaceae	2	0,9	0,4	0,7
CF1	<i>Palicourea angustifolia</i>	Rubiaceae	2	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Rhamnus granulosa</i>	Rhamnaceae	2	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Clethra fimbriata</i>	Clethraceae	2	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Pteridium arachnoideum</i>	Dennstaedtiaceae	2	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Viola arguta</i>	Violaceae	2	0,9	0,2	0,6
CF1	<i>Anthurium sp.</i>	Araceae	2	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Dioscorea sp.</i>	Dioscoreaceae	2	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Agrostis perennans</i>	Poaceae	1	0,5	0,6	0,5
CF1	<i>Habenaria sp.</i>	Orchidaceae	2	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Bacharis sp.</i>	Asteraceae	2	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Palicourea amethystina</i>	Rubiaceae	2	0,9	0,1	0,5



CF1	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae	1	0,5	0,4	0,5
CF1	<i>Calceolaria sp.</i>	Calceolariaceae	1	0,5	0,4	0,5
CF1	<i>Pilea sp.</i>	Urticaceae	1	0,5	0,4	0,5
CF1	<i>Myrcianthes orthostemon</i>	Myrtaceae	1	0,5	0,4	0,4
CF1	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Araliaceae	1	0,5	0,3	0,4
CF1	<i>Oreocallis grandiflora</i>	Proteaceae	1	0,5	0,3	0,4
CF1	<i>Rubus sp.</i>	Rosaceae	1	0,5	0,3	0,4
CF1	<i>Aristeguietia persicifolia</i>	Asteraceae	1	0,5	0,3	0,4
CF1	<i>Asclepias sp.</i>	Asclepiadaceae	1	0,5	0,3	0,4
CF1	<i>Orthrosanthus sp.</i>	Iridaceae	1	0,5	0,3	0,4
CF1	<i>Oxalis stricta</i>	Oxalidaceae	1	0,5	0,2	0,3
CF1	<i>Peperomia sp.</i>	Piperaceae	1	0,5	0,2	0,3
CF1	<i>Viburnum sp.</i>	Adoxaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Aetheolaena sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Hesperomeles sp.</i>	Rosaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Weinmannia rollottii</i>	Cunoniaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Malaxis sp.</i>	Orchidaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Cavendishia bracteata</i>	Ericaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Clethra ferruginea</i>	Clethraceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Meliosma sp.</i>	Sabiaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Miconia theaezans</i>	Melastomataceae	1	0,5	0,1	0,3
CF1	<i>Cortaderia sp.</i>	Poaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Munnozia sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Passiflora biflora</i>	Passifloraceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Piper excelsum</i>	Piperaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Solanum smithii</i>	Solanaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Carendisha sp.</i>	Ericaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Gaultheria sp.</i>	Ericaceae	1	0,5	0,0	0,3



CF1	<i>Liabum igniarium</i>	Asteraceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Liabum sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Monnina arbuscula</i>	Polygalaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Morella interrupta</i>	Myricaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF1	<i>Myrsine sp.</i>	Myrsinaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Azorella pedunculata</i>	Apiaceae	1	0,5	29,8	15,1
CF2	<i>Pilea sp.</i>	Urticaceae	1	0,5	16,0	8,2
CF2	<i>Rhynchospora vulcani</i>	Cyperaceae	1	0,5	13,5	7,0
CF2	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	2	1,0	8,2	4,6
CF2	<i>Salvia sp.</i>	Lamiaceae	7	3,4	5,4	4,4
CF2	<i>Equisetum bogotense</i>	Equisetaceae	7	3,4	0,9	2,2
CF2	<i>Munnozia sp.</i>	Asteraceae	6	2,9	1,3	2,1
CF2	<i>Piper dilatatum</i>	Piperaceae	8	3,9	0,0	2,0
CF2	<i>Mikania sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	3,4	1,9
CF2	<i>Bomarea sp.</i>	Alstroemeriaceae	7	3,4	0,1	1,8
CF2	<i>Sida sp.</i>	Malvaceae	7	3,4	0,1	1,7
CF2	<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	3	1,5	2,0	1,7
CF2	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	6	2,9	0,2	1,6
CF2	<i>Asclepias sp.</i>	Apocynaceae	3	1,5	1,6	1,5
CF2	<i>Greigia sp.</i>	Bromeliaceae	6	2,9	0,1	1,5
CF2	<i>Barnadesia arborea</i>	Asteraceae	6	2,9	0,1	1,5
CF2	<i>Lepidaploa sp.</i>	Asteraceae	6	2,9	0,1	1,5
CF2	<i>Passiflora cumbalensis</i>	Passifloraceae	6	2,9	0,0	1,5
CF2	<i>Centropogon sp.</i>	Campanulaceae	6	2,9	0,0	1,5
CF2	<i>Macleania rupestris</i>	Ericaceae	6	2,9	0,0	1,5
CF2	<i>Scutellaria sp.</i>	Lamiaceae	5	2,5	0,4	1,4
CF2	<i>Oxalis stricta</i>	Oxalidaceae	3	1,5	1,2	1,3
CF2	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae	3	1,5	1,1	1,3



CF2	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Araliaceae	1	0,5	1,9	1,2
CF2	<i>Desfontainia spinosa</i>	Desfontaniaceae	3	1,5	0,9	1,2
CF2	<i>Munnozia senecionidis</i>	Asteraceae	4	2,0	0,4	1,2
CF2	<i>Hedyosmum cumbalense</i>	Chloranthaceae	4	2,0	0,4	1,2
CF2	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Asteraceae	4	2,0	0,3	1,1
CF2	<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	4	2,0	0,2	1,1
CF2	<i>Miconia theaezans</i>	Melastomataceae	4	2,0	0,1	1,0
CF2	<i>Mutisia sp.</i>	Asteraceae	4	2,0	0,1	1,0
CF2	<i>Gynoxys buxifolia</i>	Asteraceae	4	2,0	0,0	1,0
CF2	<i>Jobinia sp.</i>	Asclepiadaceae	4	2,0	0,0	1,0
CF2	<i>Oreopanax sp.</i>	Araliaceae	4	2,0	0,0	1,0
CF2	<i>Prumnopitys montana</i>	Podocarpaceae	4	2,0	0,0	1,0
CF2	<i>Huperzia hippuridea</i>	Lycopodiaceae	3	1,5	0,3	0,9
CF2	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	1	0,5	1,1	0,8
CF2	<i>Ageratina sp.</i>	Asteraceae	3	1,5	0,1	0,8
CF2	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae	1	0,5	1,0	0,8
CF2	<i>Erodium sp.</i>	Geraniaceae	3	1,5	0,0	0,7
CF2	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	2	1,0	0,4	0,7
CF2	<i>Palicourea sp.</i>	Rubiaceae	1	0,5	0,9	0,7
CF2	<i>Iresine sp.</i>	Amaranthaceae	2	1,0	0,3	0,7
CF2	<i>Galium aff hypocarpium</i>	Rubiaceae	1	0,5	0,8	0,6
CF2	<i>Agrostis sp.</i>	Poaceae	1	0,5	0,7	0,6
CF2	<i>Rubus coriaceus</i>	Rosaceae	1	0,5	0,6	0,6
CF2	<i>Liabum sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	0,6	0,6
CF2	<i>Nasa sp.</i>	Loasaceae	2	1,0	0,1	0,5
CF2	<i>Dioscorea composita</i>	Dioscoreaceae	2	1,0	0,0	0,5
CF2	<i>Maytenus sp.</i>	Celastraceae	2	1,0	0,0	0,5
CF2	<i>Oxalis sp.</i>	Oxalidaceae	1	0,5	0,4	0,4
CF2	<i>Ageratina sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	0,4	0,4



CF2	<i>Calceolaria lojensis</i>	Calceolariaceae	1	0,5	0,4	0,4
CF2	<i>Gynoxys cuicochensis</i>	Asteraceae	1	0,5	0,2	0,4
CF2	<i>Solanum smithii</i>	Solanaceae	1	0,5	0,2	0,3
CF2	<i>Barnadesia sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	0,2	0,3
CF2	<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	1	0,5	0,2	0,3
CF2	<i>Luzula gigantea</i>	Juncaceae	1	0,5	0,2	0,3
CF2	<i>Oreopanax andreanus</i>	Araliaceae	1	0,5	0,2	0,3
CF2	<i>Valeriana sp.</i>	Valerianaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF2	<i>Viola arguta</i>	Violaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF2	<i>Dioscorea sp.</i>	Dioscoreaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF2	<i>Hydrocotyle heteromeria</i>	Araliaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF2	<i>Agrostis perennans</i>	Poaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF2	<i>Rubus compactus</i>	Rosaceae	1	0,5	0,1	0,3
CF2	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Mikania featherstonei</i>	Asteraceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Iridaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Verbesina sp.</i>	Asteraceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Aetheolaena heterophylla</i>	Asteraceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Meliosma sp.</i>	Sabiaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Oreocallis grandiflora</i>	Proteaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Peperomia pellucida</i>	Piperaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Peperomia sp.</i>	Piperaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Myrsine dependens</i>	Primulaceae	1	0,5	0,0	0,3
CF2	<i>Viburnum sp.</i>	Adoxaceae	1	0,5	0,0	0,3
P	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae	2	1,1	15,6	8,4
P	<i>Werneria sp.</i>	Asteraceae	4	2,2	12,6	7,4
P	<i>Paspalum bonplandianum</i>	Poaceae	5	2,8	11,1	6,9
P	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae	4	2,2	8,1	5,2



P	<i>Werneria pygmaea</i>	Asteraceae	4	2,2	7,9	5,1
P	<i>Carex sect. Spirostachyae</i>	Cyperaceae	10	5,5	3,8	4,7
P	<i>Calamagrostis fibrovaginata</i>	Poaceae	1	0,6	8,6	4,6
P	<i>Oritrophium peruvianum</i>	Asteraceae	2	1,1	7,4	4,3
P	<i>Baccharis caespitosa</i>	Asteraceae	5	2,8	2,8	2,8
P	<i>Plantago linearis</i>	Plantaginaceae	9	5,0	0,0	2,5
P	<i>Cortaderia sericantha</i>	Poaceae	9	5,0	0,0	2,5
P	<i>Gamochaeta americana</i>	Asteraceae	8	4,4	0,2	2,3
P	<i>Muhlenbergia ligularis</i>	Poaceae	1	0,6	3,6	2,1
P	<i>Lamourouxia virgata</i>	Orobanchaceae	7	3,9	0,1	2,0
P	<i>Calamagrostis sp.</i>	Poaceae	6	3,3	0,3	1,8
P	<i>Werneria nubigena</i>	Asteraceae	5	2,8	0,5	1,6
P	<i>Vaccinium floribundum</i>	Ericaceae	1	0,6	2,3	1,4
P	<i>Oreomyrrhis andicola</i>	Apiaceae	1	0,6	2,2	1,4
P	<i>Baccharis genistelloides</i>	Asteraceae	5	2,8	0,0	1,4
P	<i>Eryngium humile</i>	Apiaceae	2	1,1	1,5	1,3
P	<i>Isolepis sp.</i>	Cyperaceae	4	2,2	0,1	1,2
P	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	4	2,2	0,1	1,1
P	<i>Loricaria thuyoides</i>	Asteraceae	4	2,2	0,1	1,1
P	<i>Lachemilla sp.</i>	Rosaceae	2	1,1	1,2	1,1
P	<i>Senecio tephrosioides</i>	Asteraceae	3	1,7	0,6	1,1
P	<i>Oritrophium limnophilum</i>	Asteraceae	4	2,2	0,0	1,1
P	<i>Rumex sp.</i>	Polygonaceae	2	1,1	1,1	1,1
P	<i>Huperzia hypogaea</i>	Lycopodiaceae	2	1,1	1,1	1,1
P	<i>Gentiana sedifolia</i>	Gentianaceae	1	0,6	1,5	1,0
P	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	3	1,7	0,2	0,9
P	<i>hydrocotyle sp.</i>	Araliaceae	3	1,7	0,1	0,9
P	<i>Geranium multipartitum</i>	Geraniaceae	1	0,6	1,2	0,9
P	<i>Geranium ayavacense</i>	Geraniaceae	3	1,7	0,1	0,9



P	<i>Halenia Weddelliana</i>	Gentianaceae	3	1,7	0,0	0,8
P	<i>Hypericum laricifolium</i>	Hypericaceae	3	1,7	0,0	0,8
P	<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	3	1,7	0,0	0,8
P	<i>Bidens humilis</i>	Asteraceae	3	1,7	0,0	0,8
P	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	1	0,6	0,9	0,7
P	<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	2	1,1	0,2	0,7
P	<i>Lupinus amandus</i>	Fabaceae	2	1,1	0,2	0,6
P	<i>Gentianella diffusa</i>	Gentianaceae	2	1,1	0,1	0,6
P	<i>Bidens andicola</i>	Asteraceae	2	1,1	0,1	0,6
P	<i>Lysiopia sp.</i>	Campanulaceae	2	1,1	0,1	0,6
P	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Asteraceae	2	1,1	0,0	0,6
P	<i>Valeriana microphylla</i>	Caprifoliaceae	2	1,1	0,0	0,6
P	<i>Geranium sp.</i>	Geraniaceae	2	1,1	0,0	0,6
P	<i>Calamagrostis ecuadoriensis</i>	Poaceae	1	0,6	0,5	0,5
P	<i>Isolepis cernua</i>	Cyperaceae	1	0,6	0,5	0,5
P	<i>Oreomyrrhis sp.</i>	Apiaceae	1	0,6	0,3	0,4
P	<i>Hydrocotyle heteromeria</i>	Araliaceae	1	0,6	0,2	0,4
P	<i>Galium corybosum</i>	Rubiaceae	1	0,6	0,2	0,4
P	<i>Geranium maniculatum</i>	Geraniaceae	1	0,6	0,2	0,4
P	<i>Ranunculus sp.</i>	Ranunculaceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Gynoxys baccharoides</i>	Asteraceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Eleocharis sellowiana</i>	Cyperaceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Dichondra sp.</i>	Convolvulaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Hypericum lancioides</i>	Hypericaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Bromus lanatus</i>	Poaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Hypericum sprucei</i>	Hypericaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Rubus glabratus</i>	Rosaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Eriocaulon microcephalum</i>	Eriocaulaceae	1	0,6	0,0	0,3



P	<i>Oenothera rosea</i>	Onagraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Iridaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Peperomia sp.</i>	Piperaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Polylepis incana</i>	Rosaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Diplostegium ericoides</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Monnina crassifolia</i>	Polygalaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Pentacalia sp.</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Coreopsis sp.</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Hieracium sp.</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3

CF = Comunidad Forestal, P = Ecosistema de Páramo, F = Frecuencia, FR = Frecuencia relativa, No Ind. R. = Número de individuos relativo, IVI = Índice de valor de importancia

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 5.** Especies más importantes para las herbáceas según el Índice de Valor de Importancia (IVI) por comunidad forestal y ecosistema de páramo.

	ESPECIE	Familia	F.	F. R.	N° Ind R.	IVI%
CF1	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	4	4,1	31,3	17,7
CF1	<i>Liparis elegantula</i>	Orchidaceae	8	8,2	14,3	11,3
CF1	<i>Mikania sp.</i>	Asteraceae	5	5,2	12,9	9,0
CF1	<i>Rhynchospora vulcani</i>	Cyperaceae	6	6,2	8,4	7,3
CF1	<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	4	4,1	7,7	5,9
CF1	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	6	6,2	1,9	4,0
CF1	<i>Munnozia senecionidis</i>	Asteraceae	6	6,2	1,6	3,9
CF1	<i>Iresine sp.</i>	Amaranthaceae	4	4,1	2,2	3,2
CF1	<i>Thelypteris sp.</i>	Thelypteridaceae	1	1,0	3,7	2,3
CF1	<i>Agrostis sp.</i>	Poaceae	3	3,1	1,3	2,2
CF1	<i>Oxalis sp.</i>	Oxalidaceae	3	3,1	1,2	2,1
CF1	<i>Peperomia pellucida</i>	Piperaceae	3	3,1	1,1	2,1
CF1	<i>Salvia sp.</i>	Lamiaceae	3	3,1	1,0	2,0
CF1	<i>Dioscorea composita</i>	Dioscoreaceae	3	3,1	0,5	1,8



CF1	<i>Piper dilatatum</i>	Piperaceae	3	3,1	0,5	1,8
CF1	<i>Galium aff hypocarpium</i>	Rubiaceae	2	2,1	0,8	1,4
CF1	<i>Moritzia lindenii</i>	Boraginaceae	2	2,1	0,7	1,4
CF1	<i>Bomarea sp.</i>	Alstroemeriaceae	2	2,1	0,5	1,3
CF1	<i>Pteridium arachnoideum</i>	Dennstaedtiaceae	2	2,1	0,4	1,2
CF1	<i>Viola arguta</i>	Violaceae	2	2,1	0,3	1,2
CF1	<i>Hydrocotyle humboldtii</i>	Araliaceae	1	1,0	1,3	1,1
CF1	<i>Anthurium sp.</i>	Araceae	2	2,1	0,2	1,1
CF1	<i>Dioscorea sp.</i>	Dioscoreaceae	2	2,1	0,2	1,1
CF1	<i>Habenaria sp.</i>	Orchidaceae	2	2,1	0,2	1,1
CF1	<i>Jobinia sp.</i>	Apocynaceae	1	1,0	1,2	1,1
CF1	<i>Agrostis perennans</i>	Poaceae	1	1,0	0,8	0,9
CF1	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae	1	1,0	0,6	0,8
CF1	<i>Calceolaria sp.</i>	Calceolariaceae	1	1,0	0,6	0,8
CF1	<i>Pilea sp.</i>	Urticaceae	1	1,0	0,6	0,8
CF1	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Araliaceae	1	1,0	0,5	0,7
CF1	<i>Aristeguietia persicifolia</i>	Asteraceae	1	1,0	0,4	0,7
CF1	<i>Asclepias sp.</i>	Asclepiadaceae	1	1,0	0,4	0,7
CF1	<i>Orthrosanthus sp.</i>	Iridaceae	1	1,0	0,4	0,7
CF1	<i>Oxalis stricta</i>	Oxalidaceae	1	1,0	0,3	0,6
CF1	<i>Peperomia sp.</i>	Piperaceae	1	1,0	0,3	0,6
CF1	<i>Aetheolaena sp.</i>	Asteraceae	1	1,0	0,2	0,6
CF1	<i>Malaxis sp.</i>	Orchidaceae	1	1,0	0,1	0,6
CF1	<i>Cortaderia sp.</i>	Poaceae	1	1,0	0,1	0,5
CF1	<i>Munnozia sp.</i>	Asteraceae	1	1,0	0,1	0,5
CF1	<i>Passiflora biflora</i>	Passifloraceae	1	1,0	0,1	0,5
CF1	<i>Piper excelsum</i>	Piperaceae	1	1,0	0,1	0,5
CF1	<i>Solanum smithii</i>	Solanaceae	1	1,0	0,1	0,5
CF2	<i>Pilea sp.</i>	Urticaceae	8	6,3	26,5	16,4



CF2	<i>Rhynchospora vulcani</i>	Cyperaceae	7	5,6	22,4	14,0
CF2	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	7	5,6	13,7	9,6
CF2	<i>Salvia sp.</i>	Lamiaceae	7	5,6	9,0	7,3
CF2	<i>Mikania sp.</i>	Asteraceae	6	4,8	5,7	5,2
CF2	<i>Agrostis sp.</i>	Poaceae	7	5,6	1,2	3,4
CF2	<i>Oxalis stricta</i>	Oxalidaceae	6	4,8	2,0	3,4
CF2	<i>Galium aff hypocarpium</i>	Rubiaceae	6	4,8	1,3	3,0
CF2	<i>Munnozia senecionidis</i>	Asteraceae	6	4,8	0,6	2,7
CF2	<i>Munnozia sp.</i>	Asteraceae	4	3,2	2,2	2,7
CF2	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae	4	3,2	1,7	2,4
CF2	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Araliaceae	2	1,6	3,2	2,4
CF2	<i>Equisetum bogotense</i>	Equisetaceae	3	2,4	1,6	2,0
CF2	<i>Calceolaria lojensis</i>	Calceolariaceae	4	3,2	0,6	1,9
CF2	<i>Iresine sp.</i>	Amaranthaceae	4	3,2	0,6	1,9
CF2	<i>Ageratina sp.</i>	Asteraceae	3	2,4	1,2	1,8
CF2	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	4	3,2	0,4	1,8
CF2	<i>Oxalis sp.</i>	Oxalidaceae	3	2,4	0,7	1,5
CF2	<i>Bomarea sp.</i>	Alstroemeriaceae	3	2,4	0,2	1,3
CF2	<i>Greigia sp.</i>	Bromeliaceae	3	2,4	0,2	1,3
CF2	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae	1	0,8	1,8	1,3
CF2	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Asteraceae	2	1,6	0,5	1,0
CF2	<i>Dioscorea sp.</i>	Dioscoreaceae	2	1,6	0,1	0,9
CF2	<i>Mutisia sp.</i>	Asteraceae	2	1,6	0,1	0,8
CF2	<i>Huperzia hippuridea</i>	Lycopodiaceae	1	0,8	0,5	0,6
CF2	<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	1	0,8	0,3	0,6
CF2	<i>Solanum smithii</i>	Solanaceae	1	0,8	0,3	0,5
CF2	<i>Luzula gigantea</i>	Juncaceae	1	0,8	0,3	0,5
CF2	<i>Valeriana sp.</i>	Valerianaceae	1	0,8	0,2	0,5
CF2	<i>Viola arguta</i>	Violaceae	1	0,8	0,2	0,5



CF2	<i>Hydrocotyle heteromeria</i>	Araliaceae	1	0,8	0,1	0,5
CF2	<i>Nasa sp.</i>	Loasaceae	1	0,8	0,1	0,5
CF2	<i>Ageratina sp.</i>	Asteraceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Agrostis perennans</i>	Poaceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Sida sp.</i>	Malvaceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Dioscorea composita</i>	Dioscoreaceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Mikania featherstonei</i>	Asteraceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Iridaceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Passiflora cumbalensis</i>	Passifloraceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Piper dilatatum</i>	Piperaceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Verbesina sp.</i>	Asteraceae	1	0,8	0,1	0,4
CF2	<i>Erodium sp.</i>	Geraniaceae	1	0,8	0,0	0,4
CF2	<i>Jobinia sp.</i>	Asclepiadaceae	1	0,8	0,0	0,4
CF2	<i>Peperomia pellucida</i>	Piperaceae	1	0,8	0,0	0,4
CF2	<i>Peperomia sp.</i>	Piperaceae	1	0,8	0,0	0,4
P	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae	7	4,1	15,0	9,6
P	<i>Paspalum bonplandianum</i>	Poaceae	9	5,3	10,7	8,0
P	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae	10	5,9	7,8	6,8
P	<i>Werneria sp.</i>	Asteraceae	2	1,2	12,1	6,6
P	<i>Calamagrostis fibrovaginata</i>	Poaceae	6	3,5	8,2	5,9
P	<i>Oritrophium peruvianum</i>	Asteraceae	5	2,9	7,1	5,0
P	<i>Werneria pygmaea</i>	Asteraceae	3	1,8	7,6	4,7
P	<i>Carex sect. Spirostachyae</i>	Cyperaceae	9	5,3	3,6	4,5
P	<i>Azorella pedunculata</i>	Apiaceae	5	2,9	4,1	3,5
P	<i>Eryngium humile</i>	Apiaceae	8	4,7	1,5	3,1
P	<i>Baccharis caespitosa</i>	Asteraceae	5	2,9	2,7	2,8
P	<i>Vaccinium floribundum</i>	Ericaceae	5	2,9	2,2	2,6
P	<i>Oreomyrrhis andicola</i>	Apiaceae	4	2,4	2,2	2,3



P	<i>Muhlenbergia ligularis</i>	Poaceae	1	0,6	3,5	2,0
P	<i>Lachemilla sp.</i>	Rosaceae	4	2,4	1,1	1,7
P	<i>Rumex sp.</i>	Polygonaceae	4	2,4	1,0	1,7
P	<i>Gentiana sedifolia</i>	Gentianaceae	3	1,8	1,4	1,6
P	<i>Geranium multipartitum</i>	Geraniaceae	3	1,8	1,2	1,5
P	<i>Werneria nubigena</i>	Asteraceae	4	2,4	0,5	1,4
P	<i>Huperzia hypogaea</i>	Lycopodiaceae	3	1,8	1,0	1,4
P	<i>Valeriana microphylla</i>	Caprifoliaceae	4	2,4	0,0	1,2
P	<i>Hypericum sprucei</i>	Hypericaceae	4	2,4	0,0	1,2
P	<i>Senecio tephrosioides</i>	Asteraceae	3	1,8	0,5	1,2
P	<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	3	1,8	0,2	1,0
P	<i>Hydrocotyle heteromeria</i>	Araliaceae	3	1,8	0,2	1,0
P	<i>Bidens andicola</i>	Asteraceae	3	1,8	0,1	0,9
P	<i>Isolepis cernua</i>	Cyperaceae	2	1,2	0,5	0,8
P	<i>Oreomyrrhis sp.</i>	Apiaceae	2	1,2	0,3	0,7
P	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	1	0,6	0,8	0,7
P	<i>Gamochaeta americana</i>	Asteraceae	2	1,2	0,2	0,7
P	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	2	1,2	0,2	0,7
P	<i>Geranium maniculatum</i>	Geraniaceae	2	1,2	0,2	0,7
P	<i>Isolepis sp.</i>	Cyperaceae	2	1,2	0,1	0,7
P	<i>Ranunculus sp.</i>	Ranunculaceae	2	1,2	0,1	0,6
P	<i>Loricaria thuyoides</i>	Asteraceae	2	1,2	0,1	0,6
P	<i>Eleocharis sellowiana</i>	Cyperaceae	2	1,2	0,1	0,6
P	<i>Lamourouxia virgata</i>	Orobanchaceae	2	1,2	0,1	0,6
P	<i>Polygala sp.</i>	Polygalaceae	2	1,2	0,1	0,6
P	<i>Halenia Weddelliana</i>	Gentianaceae	2	1,2	0,0	0,6
P	<i>Baccharis genistelloides</i>	Asteraceae	2	1,2	0,0	0,6
P	<i>Calamagrostis ecuadoriensis</i>	Poaceae	1	0,6	0,5	0,5
P	<i>Calamagrostis sp.</i>	Poaceae	1	0,6	0,3	0,5



P	<i>Galium corybosum</i>	Rubiaceae	1	0,6	0,2	0,4
P	<i>Lupinus amandus</i>	Fabaceae	1	0,6	0,2	0,4
P	<i>hydrocotyle sp.</i>	Araliaceae	1	0,6	0,1	0,4
P	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Gentianella diffusa</i>	Gentianaceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Geranium ayavacense</i>	Geraniaceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Lysiopia sp.</i>	Campanulaceae	1	0,6	0,1	0,3
P	<i>Dichondra sp.</i>	Convolvulaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Bromus lanatus</i>	Poaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Plantago linearis</i>	Plantaginaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Cortaderia sericantha</i>	Poaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Hypericum laricifolium</i>	Hypericaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Eriocaulon microcephalum</i>	Eriocaulaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Oenothera rosea</i>	Onagraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Bidens humilis</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Iridaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Peperomia sp.</i>	Piperaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Coreopsis sp.</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Geranium sp.</i>	Geraniaceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Hieracium sp.</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3
P	<i>Oritrophium limnophilum</i>	Asteraceae	1	0,6	0,0	0,3

CF = Comunidad Forestal, P = Ecosistema de Páramo, F = Frecuencia, FR = Frecuencia relativa, N° Ind. R. = Número de individuos relativo, IVI = Índice de valor de importancia

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 6.** Especies más importantes para las leñosas según el Índice de Valor de Importancia (IVI) por comunidad forestal y ecosistema de páramo.

	ESPECIE	Familia	F.	F. R.	N° Ind R.	IVI%
CF1	<i>Desfontainia spinosa</i>	Desfontaniaceae	6	5,2	17,8	11,5



CF1	<i>Asclepias sp.</i>	Apocynaceae	4	3,4	13,0	8,2
CF1	<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	7	6,0	8,0	7,0
CF1	<i>Palicourea sp.</i>	Rubiaceae	6	5,2	6,3	5,7
CF1	<i>Weinmannia rollottii</i>	Cunoniaceae	1	0,9	9,2	5,0
CF1	<i>Maytenus sp.</i>	Celastraceae	5	4,3	4,5	4,4
CF1	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	5	4,3	3,5	3,9
CF1	<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	2	1,7	6,0	3,9
CF1	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	7	6,0	0,2	3,1
CF1	<i>Cestrum tomentosum</i>	Solanaceae	4	3,4	2,2	2,8
CF1	<i>Oreopanax andreanus</i>	Araliaceae	4	3,4	2,1	2,8
CF1	<i>Dendrophorbium sp.</i>	Asteraceae	3	2,6	2,9	2,8
CF1	<i>Oreocallis grandiflora</i>	Proteaceae	4	3,4	2,0	2,7
CF1	<i>Aetheolaena heterophylla</i>	Asteraceae	4	3,4	1,9	2,7
CF1	<i>Macleania rupestris</i>	Ericaceae	5	4,3	0,7	2,5
CF1	<i>Rhamnus granulosa</i>	Rhamnaceae	4	3,4	1,3	2,4
CF1	<i>Gynoxys cuicochensis</i>	Asteraceae	4	3,4	0,8	2,1
CF1	<i>Weinmannia fagaroides</i>	Cunoniaceae	4	3,4	0,8	2,1
CF1	<i>Clethra fimbriata</i>	Clethraceae	2	1,7	2,1	1,9
CF1	<i>Palicourea angustifolia</i>	Rubiaceae	1	0,9	2,8	1,8
CF1	<i>Myrsine dependens</i>	Primulaceae	3	2,6	0,7	1,7
CF1	<i>Prunus ovalis</i>	Rosaceae	2	1,7	0,9	1,3
CF1	<i>Myrsine dependens</i>	Myrsinaceae	1	0,9	1,5	1,2
CF1	<i>Palicourea amethystina</i>	Rubiaceae	2	1,7	0,6	1,2
CF1	<i>Viburnum triphyllum</i>	Adoxaceae	1	0,9	1,4	1,1
CF1	<i>Myrcianthes orthostemon</i>	Myrtaceae	2	1,7	0,4	1,1
CF1	<i>Viburnum sp.</i>	Adoxaceae	2	1,7	0,3	1,0
CF1	<i>Oreopanax sp.</i>	Araliaceae	2	1,7	0,3	1,0
CF1	<i>Mikania sp.</i>	Asteraceae	1	0,9	1,1	1,0
CF1	<i>Bacharis sp.</i>	Asteraceae	2	1,7	0,1	0,9



CF1	<i>Hesperomeles sp.</i>	Rosaceae	1	0,9	0,8	0,8
CF1	<i>Miconia theaezans</i>	Melastomataceae	1	0,9	0,7	0,8
CF1	<i>Clethra ferruginea</i>	Clethraceae	1	0,9	0,6	0,7
CF1	<i>Liabum igniarium</i>	Asteraceae	1	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Gaultheria sp.</i>	Ericaceae	1	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae	1	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Morella interrupta</i>	Myricaceae	1	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Myrsine sp.</i>	Myrsinaceae	1	0,9	0,3	0,6
CF1	<i>Rubus coriaceus</i>	Rosaceae	1	0,9	0,2	0,5
CF1	<i>Rubus sp.</i>	Rosaceae	1	0,9	0,2	0,5
CF1	<i>Cavendishia bracteata</i>	Ericaceae	1	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	1	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Meliosma sp.</i>	Sabiaceae	1	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Liabum sp.</i>	Asteraceae	1	0,9	0,1	0,5
CF1	<i>Monnina arbuscula</i>	Polygalaceae	1	0,9	0,0	0,5
CF1	<i>Carendisha sp.</i>	Ericaceae	1	0,9	0,0	0,4
CF2	<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	6	7,7	17,6	12,6
CF2	<i>Asclepias sp.</i>	Apocynaceae	6	7,7	13,9	10,8
CF2	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	4	5,1	10,6	7,9
CF2	<i>Desfontainia spinosa</i>	Desfontaniaceae	4	5,1	9,4	7,3
CF2	<i>Liabum sp.</i>	Asteraceae	6	7,7	6,0	6,8
CF2	<i>Palicourea sp.</i>	Rubiaceae	4	5,1	7,1	6,1
CF2	<i>Rubus coriaceus</i>	Rosaceae	5	6,4	5,0	5,7
CF2	<i>Hedyosmum cumbalense</i>	Chloranthaceae	6	7,7	3,1	5,4
CF2	<i>Ageratina sp.</i>	Asteraceae	3	3,8	3,8	3,8
CF2	<i>Gynoxys cuicochensis</i>	Asteraceae	4	5,1	2,3	3,7
CF2	<i>Oreopanax andreanus</i>	Araliaceae	4	5,1	1,5	3,3
CF2	<i>Viburnum sp.</i>	Adoxaceae	1	1,3	5,3	3,3
CF2	<i>Clethra sp.</i>	Clethraceae	3	3,8	2,1	3,0



CF2	<i>Scutellaria sp.</i>	Lamiaceae	1	1,3	4,4	2,8
CF2	<i>Barnadesia sp.</i>	Asteraceae	3	3,8	1,5	2,7
CF2	<i>Miconia theaezans</i>	Melastomataceae	1	1,3	1,6	1,4
CF2	<i>Macleania rupestris</i>	Ericaceae	2	2,6	0,2	1,4
CF2	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	2	2,6	0,2	1,4
CF2	<i>Barnadesia arborea</i>	Asteraceae	1	1,3	0,7	1,0
CF2	<i>Centropogon sp.</i>	Campanulaceae	1	1,3	0,5	0,9
CF2	<i>Lepidaploa sp.</i>	Asteraceae	1	1,3	0,5	0,9
CF2	<i>Rubus compactus</i>	Rosaceae	1	1,3	0,5	0,9
CF2	<i>Aetheolaena heterophylla</i>	Asteraceae	1	1,3	0,4	0,8
CF2	<i>Oreocallis grandiflora</i>	Proteaceae	1	1,3	0,4	0,8
CF2	<i>Gynoxys buxifolia</i>	Asteraceae	1	1,3	0,3	0,8
CF2	<i>Maytenus sp.</i>	Celastraceae	1	1,3	0,2	0,8
CF2	<i>Meliosma sp.</i>	Sabiaceae	1	1,3	0,2	0,8
CF2	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Polygonaceae	1	1,3	0,2	0,7
CF2	<i>Oreopanax sp.</i>	Araliaceae	1	1,3	0,2	0,7
CF2	<i>Prumnopitys montana</i>	Podocarpaceae	1	1,3	0,2	0,7
CF2	<i>Myrsine dependens</i>	Primulaceae	1	1,3	0,1	0,7
P	<i>Gynoxys baccharoides</i>	Asteraceae	1	11,1	44,3	27,7
P	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Asteraceae	1	11,1	18,6	14,8
P	<i>Hypericum lancioides</i>	Hypericaceae	1	11,1	12,8	12,0
P	<i>Rubus glabratus</i>	Rosaceae	1	11,1	10,0	10,6
P	<i>Berberis sp.</i>	Berberidaceae	1	11,1	7,1	9,1
P	<i>Polylepis incana</i>	Rosaceae	1	11,1	2,9	7,0
P	<i>Diplostephium ericoides</i>	Asteraceae	1	11,1	1,5	6,3
P	<i>Monnina crassifolia</i>	Polygalaceae	1	11,1	1,4	6,3
P	<i>Pentacalia sp.</i>	Asteraceae	1	11,1	1,4	6,3

CF = Comunidad Forestal, P = Ecosistema de Páramo, F = Frecuencia, FR = Frecuencia relativa, No Ind. R. = Número de individuos relativo, IVI = Índice de valor de importancia.

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 7. Sitios de estudio



Ecosistema de páramo (Soldados)



Delimitación de la Sub-parcela



Parche de bosque secundario (Gañadel)



Parche de bosque secundario

Fuente: Trabajo de campo

**Anexo 8.** Especies herbáceas y leñosas más importantes ecológicamente por comunidades forestales (CF) y ecosistema de páramo en la provincia del Azuay.



*Drymaria cordata* (CF1. CF2)



*Desfontainia spinosa* (CF1)



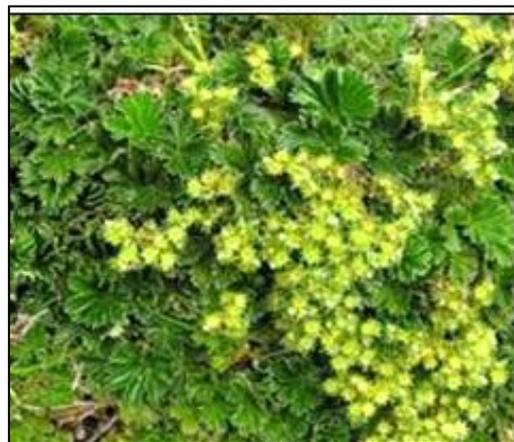
*Pilea* sp. (CF2)



*Salvia* sp. (CF2)



*Mikania* sp. (CF1 y CF2)



*Lachemilla orbiculata* (Páramo)



*Paspalum bonplandianum* (Páramo)



*Calamagrostis intermedia* (Páramo)

Fuente: Trabajo de campo

**Anexo 9.** Instrumento de medida Índice de área foliar (“Layer” CI-110/120 Plant Canopy Imager) y Cobertura arbórea “Layer” CI-110/120 Plant Canopy Imager.



“Layer” CI-110/120 Plant Canopy Imager



Densímetro

Fuente: Trabajo de campo