



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

**“ESTUDIO DE DOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL PÁRAMO DE LA  
PARROQUIA SAN ISIDRO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE  
CHIMBORAZO”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

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

**FATIMA YADIRA TIERRA GUEVARA**

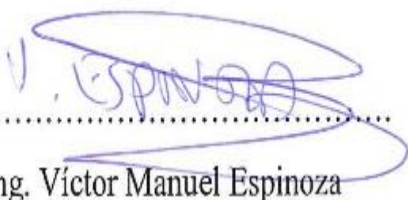
**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2020**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **ESTUDIO DE DOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL PÁRAMO DE LA PARROQUIA SAN ISIDRO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad de la señorita Fatima Yadira Tierra Guevara ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación y sustentación.

### TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



.....

Ing. Víctor Manuel Espinoza

**DIRECTOR**

06-12-2020  
.....

**FECHA**



.....

Ing. Daniel Arturo Román Robalino

**ASESOR**

06-02-2020  
.....

**FECHA**

## AUTORÍA

La autoría del presente trabajo de investigación es de propiedad intelectual del autor y de la Carrera de Ingeniería Forestal, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



.....  
Fatima Yadira Tierra Guevara

C.I.: 060507533-2

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Fatima Yadira Tierra Guevara, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

  
.....

Fatima Yadira Tierra Guevara

C.I.: 060507533-2



## DEDICATORIA

*El presente trabajo va dedicado a Dios, por darme fuerza y valentía para lograr uno de los anhelos más deseados, como es la culminación en la carrera de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*

*A mi padres y hermanos, por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, gracias porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.*

*A mi hijo Dylan, por ser el capítulo más bonito del libro de mi vida, porque cuando sentía que no podía más su tierna mirada me decía que soy capaz de luchar contra todo y todos.*

*A Edison, porque me hizo reír en los momentos más difíciles de esta etapa estudiantil, me ha visto llorar, seco mis lágrimas y me ha abrazado muy fuerte, me ha visto fallar y me brindo apoyo, me regañó cuando creía ya no poder culminar mi sueño, me ha consentido y me ayudado a mantenerme fuerte y me vio triunfar.*

*A Eulalia, Yajaira, Gabriela y Carolina, por apoyarme cuando más las necesite, por extender sus manos en los momentos difíciles y por el cariño brindado.*

Fatima Yadira Tierra G.

## AGRADECIMIENTO

*A Dios y a la Santísima Virgen María Inmaculada por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.*

*A mis padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez. Así mismo agradezco a mis hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgullosa de lo que soy.*

*A mi hijo Dylan por ser mi pilar fundamental y a Edison por haberme apoyado, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron en este tiempo.*

*Agradezco al: Ing. Jorge Caranqui, Ing. Manolo, Ing. Daniel, quienes con su experiencia, conocimiento y motivación me orientaron en la investigación.*

*Al GADP de San Isidro de Patulú quien me brindo confianza y abrió sus puertas para la realización del trabajo de investigación.*

*A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*

## TABLA DE CONTENIDO

HOJA DE CERTIFICACIÓN .....	
AUTORÍA.....	
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
LISTA DE GRÁFICOS .....	i
LISTA DE TABLAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS .....	iii
I. ESTUDIO DE DOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL PÁRAMO DE LA PARROQUIA SAN ISIDRO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO. ....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
A. IMPORTANCIA .....	1
B. PROBLEMA .....	2
C. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS.....	3
A. OBJETIVO GENERAL .....	3
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
IV. HIPÓTESIS .....	4
A. HIPÓTESIS NULA .....	4
B. HIPÓTESIS ALTERNANTE.....	4
V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
A. EL PÁRAMO .....	5
1. Definición .....	5
2. El páramo como ecosistema .....	5
3. Clima de los páramos .....	5
4. Suelo de los páramos .....	6
5. Tipos de Páramos.....	6

6.	Clasificación ecológica.....	8
B.	ORIGEN Y DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS .....	10
C.	INVENTARIO FLORÍSTICO .....	11
D.	DIVERSIDAD BIOLÓGICA.....	12
1.	Índices de Biodiversidad Florística .....	12
2.	Medidas de dominancia e índices de diversidad .....	12
E.	CAUDALES .....	15
1.	Definición de Aforo.....	15
2.	Aforo volumétrico .....	16
F.	LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUATORIANA .....	16
1.	Libro segundo del Patrimonio Natural. Título V. Servicios ambientales.....	16
2.	Libro segundo del Patrimonio Natural Titulo VI. Régimen Forestal Nacional.....	17
G.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS .....	18
1.	Entisol.....	18
2.	Inceptisol .....	19
3.	Vertisol .....	19
4.	Alfisol.....	19
5.	Molisol.....	19
6.	Ultisol .....	20
7.	Oxisol.....	20
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
A.	CARACTERIZACION DEL LUGAR.....	21
1.	Localización.....	21
2.	Ubicación Geográfica .....	21
3.	Aspectos Biofísicos .....	22
B.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	23



1.	Campo.....	23
2.	Oficina .....	23
C.	MÉTODOLOGIA.....	23
1.	Socialización y zonificación del área de estudio .....	23
2.	Colección de especies para la identificación en el herbario de la ESPOCH .....	24
3.	Análisis de suelo.....	24
4.	Tabulación y sistematización de los datos obtenidos .....	24
5.	Medición de Caudal.....	26
6.	Relación precipitación y caudal durante el periodo de registro.....	26
7.	Calculo del caudal ecológico mensual.....	26
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
A.	MAPA DE UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS Y ZONA DE AFORO.....	27
B.	DIVERSIDAD FLORISTICA.....	28
1.	Especies encontradas en el área de estudio .....	28
2.	Densidad .....	29
3.	Especies .....	29
4.	Géneros .....	29
5.	Familia .....	29
6.	Diversidad.....	30
7.	Porcentaje de similitud de acuerdo al índice de Sorensen.....	30
C.	ANALISIS DE SUELO.....	31
D.	CAUDAL DE LA QUEBRADA PATULÚ .....	32
1.	Variación mensual del caudal en la zona de estudio .....	32
2.	Relación precipitación y caudal durante el periodo de registro.....	32
3.	Caudal ecológico de la quebrada San Isidro de Patulú.....	33
VII.	CONCLUSIONES .....	34
VIII.	RECOMENDACIONES .....	35

IX.	RESUMEN .....	36
X.	ABSTRACT .....	37
XI.	BIBLIOGRAFÍAS.....	38
XII.	ANEXOS .....	40

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa de ubicación geográfica de la Parroquia San Isidro de Patulú.....	21
Gráfico 2. Mapa de la zona de estudio en San Isidro de Patulú.....	27
Gráfico 3. Acumulación de especies en los subtrasecto .....	30
Gráfico 4. Índice de Sorensen de los subtrasectos .....	31
Gráfico 5. Caudal promedio por mes con respecto a las precipitaciones.....	32
Gráfico 6. Caudal ecológico mensual .....	33

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Interpretación del Índice de Simpson.....	14
Tabla 2. Interpretación del Índice de Sorencen.....	15
Tabla 3. Especies encontradas en el área de estudio .....	28
Tabla 4 Índices de diversidad en el área de estudio .....	30

**LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1.Reconocimiento del área de estudio .....	41
Anexo 2. Permiso de investigación otorgado por el MAE.....	42
Anexo 3. Certificado del Herbario- ESPOCH .....	46
Anexo 4. Fotografías de la diversidad florística registrada.....	47

# **I. ESTUDIO DE DOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL PÁRAMO DE LA PARROQUIA SAN ISIDRO, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

## **II. INTRODUCCIÓN**

### **A. IMPORTANCIA**

Los páramos forman una eco-región neotropical de altura, entre el límite forestal superior y las nieves perpetuas. Se distribuyen por los Andes húmedos entre Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, con extensiones hasta Costa Rica y Panamá. Los páramos cumplen importantes funciones para millones de personas y representan varios significados y valores ya que poseen hábitats en los que se encuentran especies endémicas (Maldonado & de Bievre, 2011) citado por (Hofstede *et al.*, 2015).

El páramo es un ecosistema de montaña andino estratégico en provisión de servicios ambientales, sobre todo por su capacidad de provisión y regulación hídrica. Además de los servicios ecosistémicos asociados al agua, los páramos proporcionan diferentes servicios entre los cuales se destaca el servicio de recreación que está muy relacionado a la belleza escénica de estos ecosistemas (Hofstede *et al.*, 2002). Además el páramo presenta un ecosistema florístico único y diverso (Villota *et al.*, 2012).

Los servicios ecosistémicos surgen de la necesidad de enfatizar la estrecha relación que existe entre los ecosistemas y el bienestar de la humanidad. Dicho acercamiento a la problemática ambiental está asumiendo una creciente aceptación tanto en los medios académicos como en los gubernamentales, incorporándose tanto al bagaje científico actual como al diseño de políticas (Balvanera & Cotler, 2007).

De esta manera: Los páramos constituyen espacios de vida y territorios sagrados para los pueblos indígenas que habitan en o alrededor de ellos, además poseen un papel fundamental en la subsistencia de diversas poblaciones tradicionales y locales asentadas en las zonas altas de la montaña, son ejes de cohesión social y determinan los modos de vida (Maldonado & de Bievre, 2011) citado por (Hofstede *et al.*, 2015).

El páramo en Ecuador se ubica entre las cotas de los 3.200 y los 4.700 msnm. La mayoría de los páramos ecuatorianos son húmedos. Sobre ellos caen entre 500 y 2.000 mm de precipitación anual, por lo general la cordillera Central recibe más lluvias que la Occidental. (Camacho, 2013). En la Provincia de Chimborazo el ecosistema páramo ocupa el 36,9% de la superficie provincial, mientras que en la parroquia San Isidro el 18,69% de área total es páramo (Fernández, 2015).

## **B. PROBLEMA**

Durante las últimas décadas hay una acelerada transformación de los ecosistemas, como resultado de las actividades humanas y las formas de apropiación humana con la naturaleza (Hoffmann, 1996) citado por (Almeida *et al.*, 2007).

Fenómenos como la deforestación, el cambio climático, la desertificación y el crecimiento desordenado de la población han puesto en riesgo a las comunidades biológicas y a los servicios que los ecosistemas proporcionan (Rozziet *al.*, 2001) citado por (Almeida *et al.*, 2007).

Por ello, es importante admitir que los ecosistemas son indispensables para el bienestar de los seres humanos y el desconocimiento de la conservación del páramo provoca que los comuneros destruyan estos ecosistemas afectando los servicios ecosistémicos ligados al agua y el suelos que son destinados para actividades económicas como: cultivos agrícolas, ganadería, plantaciones forestales, minería y expansión territorial amenazan severamente el ecosistema páramo (Almeida *et al.*, 2007).

En relación a los páramos de la parroquia San Isidro de Patulú se puede analizar que en las comunidades realizan cultivos a más de 3600 metros sobre el nivel del mar, además en las zonas de páramo también se realizan pastoreos especialmente de ganado vacuno y bobino.

## **C. JUSTIFICACIÓN**

El Gobierno Autónomo Descentralizado San Isidro de Patulú tiene un interés científico relacionado a los servicios ecosistémicos ligados al agua del páramo, también es importante por su diversidad florística ya que los comuneros dependen directa o indirectamente de dicho ecosistema.

Además, los servicios ecosistémicos del páramo tienen impactos sobre el desarrollo de la sociedad. Por lo que, el mantenimiento en buen estado y conservación de los mismos, representan una estrategia eficiente para mantener los beneficios que reportan a las comunidades locales.

En base a lo mencionado la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), en la Facultad de Recursos Naturales (FRN), adquiere el interés de realizar el estudio de los servicios ecosistémicos del páramo y brindar la información para concientizar a los moradores de la parroquia San Isidro sobre los beneficios de la conservación del páramo y a la vez incentivar al cuidado del mismo.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. OBJETIVO GENERAL**

Estudiar dos servicios ecosistémicos en el Páramo de la parroquia San Isidro, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

#### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Inventariar la flora del Páramo de la parroquia San Isidro.
- Determinar la diversidad florística a través del IVI (índice de valor de importancia) por especie, género y familia
- Determinar el caudal hídrico de la quebrada Patulú en el trayecto de la comunidad San Vicente de Liguínde.



#### **IV. HIPÓTESIS**

##### **A. HIPÓTESIS NULA**

El Páramo de la parroquia San Isidro no aporta servicios ecosistémicos a la parroquia.

##### **B. HIPÓTESIS ALTERNANTE**

El Páramo de la parroquia San Isidro aporta servicios ecosistémicos a la parroquia

## V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### A. EL PÁRAMO

#### 1. Definición

Según Huber & Alarcón (1988) citado por Aguirre (2013), el páramo es una formación alto andina predominantemente herbácea. Las plantas gramíneas generalmente forman densos haces o penachos. Pueden incluir, además, una cantidad variable de plantas almohadilladas, arbustos pequeños de hojas coriáceas y, en ocasiones, pubescentes. Puede estar intercalado con pequeñas manchas de bosques y arbustos, en especial cerca de la ceja andina, la que es denominada como subpáramo.

#### 2. El páramo como ecosistema

El páramo es un ecosistema de altura inmerso en un espacio geo social mayor, conocido como la alta montaña ecuatorial, donde coexiste con otros sistemas de altura. Es una formación ecológica específica de los Andes septentrionales que se localiza entre las cotas de los 3.200 y los 4.700 msnm (Camacho, 2013).

#### 3. Clima de los páramos

##### 3.1. Precipitación

La precipitación media anual en los páramos oscila entre 900 y 3 000 mm anuales, según la altitud y localización, se reconocen dos periodos lluviosos: de febrero a mayo y de octubre a noviembre, en las vertientes orientales de ambos ramales de la cordillera llueve más que en las occidentales, debido a que reciben la humedad de los vientos alisios que vienen desde el este debido a ello, en las vertientes orientales el bosque llega más arriba y el páramo comienza a mayor altura. (Estrella *et al.*, 2005).

### 3.2. Temperatura

El principal factor del páramo es la temperatura, bajando entre 0.5C y 0.7C por cada 100 m de altitud a partir de los 2000 m. La temperatura es alta en el día, frecuentemente es más de 15°C con radiación solar importante. A temperaturas medias bajas, la actividad biológica se reduce, causando baja mineralización de la materia orgánica permitiendo grandes cantidades de acumulación (Podwojewski & Poulénard, 2000).

## 4. Suelo de los páramos

La característica sobresaliente de los páramos son los suelos, por tener la capacidad de captación y distribución de agua hacia las tierras bajas. En el Ecuador gran parte de ellos tienen origen volcánico. Esta característica, con la frialdad general del clima de los páramos, evita que la materia orgánica se descomponga rápidamente, generando una estructura tridimensional especial que cumple con la función hidrológica mencionada. Además, este suelo contiene 50% de materia orgánica, por lo tanto, es un sumidero de carbono, contribuyendo a mitigar los efectos del calentamiento global por causa de la acumulación atmosférica de gases contaminantes (Podwojewski & Poulénard, 2000).

## 5. Tipos de Páramos

A pesar que los páramos del Ecuador comparten características ecológicas comunes como el cambio drástico de temperatura, la radiación ultravioleta, escasez fisiológica de agua y la escasa presión de oxígeno, hay criterios para separarlos por sus diferencias en cuanto a flora (Estrella *et al*, 2005).

Según Sierra (1999), la clasificación de los páramos es la siguiente:

### 5.1. Páramo herbáceo

Los páramos herbáceos ocupan la mayor parte de las tierras entre los 3.400 y 4.000 m.s.n.m. En su límite inferior se encuentra la Ceja Andina arbustiva o, frecuentemente, campos cultivados donde el bosque andino ya ha sido deforestado. Estos páramos están dominados por hierbas en penacho de los géneros *Calamagrostis* y *Festuca*. Estos grupos de hierbas generalmente se entremezclan con otro tipo de hierbas y pequeños arbustos. Algunas especies, como por ejemplo *Calamagrostis effusa*, están restringidas a los páramos herbáceos del norte

del Ecuador, en las provincias de Carchi e Imbabura. Ejemplos de esta formación se pueden encontrar en los Ilinizasy en el Pichincha. Flora característica: *Calamagrostiseffusa*, *C. Spp.*, *Festucaspp.* (Poaceae); *Hypochaerisspp.*, *Baccharisspp.*, *Chuquiragajussieui*, *Oritrophiumperuvianum* (Asteraceae); *Gentianasedifolia*, *Gentianellaselaginifolia*, *G. cerastioides*, *Haleniaspp.* (Gentianaceae); *Geraniumsericeum*, *G. ecuadorensis* (Geraniaceae); *Huperziatalpiphila* (Lycopodiaceae); *Lupinusmithianus*, *Lupinuspp.* (Fabaceae); *Ranunculusguzmanii*, *Ranunculuspp.* (Ranunculaceae); *Castilleja spp.* (Scrophulariaceae); *Valeriana rigida* y *V. spp.* (Valerianaceae<sup>9</sup>).

## 5.2. Páramo de frailejones

El frailejón es una planta del género *Espeletia* (Asteraceae). Este género es muy diverso en los páramos de Colombia, Venezuela y avanza hacia el sur en la cordillera occidental del Ecuador hasta la provincia del Carchi. Los páramos en esta región, especialmente entre 3.500 y 3.700 m de altitud, caracterizado por estar densamente poblados por la subespecie endémica *Espeletiapycnophyllasp. angelensis*, formando verdaderos bosques. Flora característica: *Oreopanaxsodiroidi* (Araliaceae); *Azorellasp.* (Apiaceae); *Espeletiapycnophyllasp. angelensis* (Asteraceae); *Eriocaulonmicrocephalum* (Eriocaulaceae); *Calamagrostissp.*, *Agrostissp.*, *StipaIchu*, *Festucaspp.* (Poaceae); *Polylepis pauta* y *P. incana* (Rosaceae).

## 5.3. Páramo seco

Los páramos secos generalmente empiezan a los 4.200 m.s.n.m. y se extienden hasta el límite nival. En este tipo de páramos la vegetación alterna con parches de arena desnuda. Presentan una vegetación xerofítica, con pocas hierbas y pequeños arbustos y algunos musgos y líquenes. En algunas montañas, el páramo desértico comienza a un nivel considerablemente más bajo. Las laderas occidentales del Chimborazo, por ejemplo, son secas y arenosas desde los 3.800 m.s.n.m., donde existe un gran arenal con conjuntos esparcidos de especies de *Stipa* y unos pocos arbustos y hierbas. En los páramos del Chimborazo el gradiente entre húmedo, semiseco y seco es muy evidente. Flora característica: *Azorellapedunculata* (Apiaceae); *Chuquiragajussieui*, *Hypochaerissonchoides*, *Seneciomicrodon* y *S. comosus*, *Culcitiumnivale*, *Werneriarigida* (Asteraceae); *Ephedra americana* (Ephedraceae); *Lupinusmicrophyllus*, *Astragalusgeminiflorus* (Fabaceae); *Nototrichepichinchensis* (Malvaceae); *Poa cucullata*, *Stipahans-meyeri*, *S. ichu*(Poaceae); *Calandriniaacaulis* (Portulacaceae); *Polylepismicrophylla* (Rosaceae); *Calceolaria ericoides* (Scrophulariaceae). En las partes más secas, *Loricaria ilinissae* (Asteraceae) y *Astragalusgeminiflorus* (Fabaceae) forman matas dispersas.

#### 5.4. Súper Páramo (Gelidofitia)

Se extiende sobre los 4.700 m.s.n.m. Este tipo de vegetación, descrito por Acosta Solís (1968) y citado por Sierra (1999) está dominado por líquenes y musgos; las plantas superiores (fanerógamas) casi han desaparecido y las que existen crecen más subterráneamente que hacia la atmósfera. Los rizomas y raíces son muy desarrollados y las hojas son muy pequeñas. Este tipo de vegetación se encuentra en todos los nevados de la cordillera occidental (como en el Chimborazo). Flora característica: *Aciachneflagellifera* (Poaceae); *Loricaria ferruginea* (Asteraceae); *Draba aretioides* (Brassicaceae); *Valeriana pilosa* (Valerianaceae). Musgos: *Andreanasp* y *Grimmiasp* Líquenes: *Lecanorasp.* y *Gyrophorasp.*

#### 5.5. Herbazal lacustre montano

No ha sido descrito como un tipo de vegetación especial anteriormente. Se encuentran sobre los 2.100 m de altitud. Las lagunas andinas tienen una flora característica que debe ser estudiada con más detalle para su clasificación. Ejemplos de esta vegetación se encuentran en las lagunas de El Voladero, Colta, Yaguarcocha y San Pablo. La mayoría de especies es ampliamente distribuida entre las lagunas andinas del norte y sur. *Elatineecuadoriensis* (Elatinaceae) es una especie endémica del Ecuador que se encuentra tanto en lagunas del norte como del sur. Flora característica: *Isolepisinundata* (Cyperaceae); *Callitriche deflexa* (Callitrichaceae); *Crassulavanezuensis* (Crassulaceae); *Myriophyllumquitense* (Haloragaceae); *Juncusstipulatus* y *J. arcticus*, *Scirpuscalifornicus* (Juncaceae); *Potamogetonfiliformis*, *P. striatus* (Potamogetonaceae); *Elatineecuadoriensis* (Elatinaceae).

### 6. Clasificación ecológica

De acuerdo al MAE (2014), la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH) cuenta con 8 zonas de vida, las cuales se describen a continuación:

#### 6.1. Bosque siempre verde del Páramo (3200 - 4100 msnm)

Bosques densos siempre verdes, con alturas entre 5 y 7 m, que por efectos de las condiciones climáticas crecen de forma torcida y ramificada, confiriéndoles un aspecto muy particular. Este ecosistema se encuentra en parches aislados en una matriz de vegetación herbácea o arbustiva. Estos parches ocurren en sitios menos expuestos al viento y a la desecación. (MAE, 2014).

## 6.2. Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo (3300 - 3900 msnm).

Se incluye al páramo de almohadillas, sector norte y centro de la cordillera oriental, subregión norte y centro. Arbustales frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3 m de altura, mezclados con pajonales amacollados de alrededor de 1,20 m. Es considerado como un ecosistema diferente por su localización ya que se encuentra sobre la línea de bosque; mientras, otros autores consideran a éste como franja del ecosistema de bosque montano alto (MAE, 2014).

## 6.3. Herbazal inundable del Páramo (3300 - 4500 msnm)

Son herbazales inundables en los que existen especies que forman cojines o parches aislados de vegetación flotante; este ecosistema es azonal, por las condiciones edáficas o micro climáticas locales teniendo una mayor influencia sobre la vegetación y los factores climáticos asociados al gradiente altitudinal. (MAE, 2014).

## 6.4. Herbazal húmedo subnival del Páramo (3400 - 4300 msnm)

Ubicado en laderas periglaciares, en suelos clasificados como entisoles poco profundos, con un desarrollo exiguo, caracterizados por un contenido de materia orgánica extremadamente bajo con capacidad de retención de agua y regulación muy pobre. Este ecosistema se encuentra presente en los Ilinizas, Pichincha, Cotopaxi y las vertientes occidentales del Chimborazo y Antisana. (MAE, 2014).

## 6.5. Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (3500 - 4200 msnm)

Herbazales abiertos, localizados en enclaves volcánicos, en fondos de valles glaciares llamados Glacis con litología de tipo: lapilli de pómez, toba y cenizas, como en el flanco occidental del volcán Chimborazo. En este ecosistema hay pocas especies que resisten a las extremas condiciones climáticas. Debido a la humedad relativamente baja de estos ecosistemas la concentración de carbono orgánico en el suelo es menor. (MAE, 2014).

#### 6.6. Herbazal del Páramo (3400 – 4300 msnm)

Herbazal denso dominado por gramíneas amacolladas mayores a 50 cm de altura; este ecosistema abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador; se extiende por los Andes desde el Carchi hasta Loja. Es característico del piso montano alto superior y se localiza generalmente en los valles glaciares, laderas de vertientes disectadas y llanuras subglaciares sobre los 3400 msnm. (MAE, 2014).

#### 6.7. Herbazal y Arbustal siempre verde subnival del Páramo (4100 – 4500 msnm)

Son arbustales bajos y matorrales alto andinos paramunos. Herbazal mezclado con arbustos esclerófilos semipostrados con una altura entre 0,5 a 1,5, ocurre en morrenas, circo glaciares, escarpamentos rocosos, depósitos de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena o quebradas estrechas. Se puede identificar por tener una vegetación fragmentada. (MAE, 2014).

#### 6.8. Herbazal ultra húmedo subnival del Páramo (4400 - 4900 msnm)

Corresponde a vegetación dominada por arbustos postrados o almohadillas dispersas. Se encuentra en laderas abruptas y escarpadas cubiertas por depósitos glaciares y con suelos geliturbados. Tiene una alta humedad, causada por su orientación hacia las zonas de formación de precipitación de la Amazonía. (MAE, 2014).

### **B. ORIGEN Y DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

Según Mooney & Ehrlich (1987) citado por Balvanera & Cotler(2007), el concepto de “servicios” que nos ofrecen los ecosistemas, surge a consecuencia del movimiento ambientalista de finales de los años 60. En esta época se hace patente la crisis ambiental, iniciando cuestionamientos acerca de los impactos severos en la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por la humanidad. Junto con una lista de los problemas ambientales más severos surge la primera relación de servicios ecosistémicos que proveen a las sociedades en un esfuerzo por comunicar a los tomadores de decisiones y al público en general acerca del estrecho vínculo entre el bienestar humano y el mantenimiento de las funciones básicas del planeta.

Los términos “servicios ecosistémicos” y “servicios ambientales” pueden ser utilizados indistintamente, aunque difieren en su contexto. Cuando usamos el primero queremos enfatizar el hecho de que es el ecosistema, es decir el conjunto de organismos, condiciones abióticas y sus interacciones, el que nos permite que seamos beneficiados. En cambio, el término “servicios ambientales” se ha utilizado principalmente para tomar decisiones y otorga más peso al concepto de “ambiente” o “medio ambiente” en el cual no se explicitan las interacciones necesarias para proveer dichos servicios (Balvanera & Cotler, 2007)

### **C. INVENTARIO FLORÍSTICO**

Según Pujos (2013), el inventario florístico consiste en inventariar plantas existentes en un área determinada en tres fases de investigación que se puede dar independientemente o al tiempo, estos son:

- a) Lista compilatoria
- b) Trabajos de campo
- c) Estudios en herbarios.

Además, menciona que las especies de plantas deben comprobarse mediante especímenes de herbario, con el fin de facilitar la localización a futuros investigadores.

Un inventario de flora nos permite conocer la existencia de especies de flora en un lugar determinado, en función de la información obtenida se puede evaluar la riqueza de especies, equidad de los bosques, índice de valor de importancia (IVI), determinar que especies necesitan atención prioritaria y permite resaltar la importancia de su conservación y manejo (Pujos, 2013)

Al iniciar el estudio de la vegetación es fundamental elegir el tipo de muestreo (aleatorio o sistemático), la localización, el tamaño, la forma y cantidad de parcelas o transectos. Una vez obtenidos éstos se aplica la medición de los atributos de la vegetación (Artigas & Díaz, 2013)

Según Matteuci & Colma (1982) citado por Artigas & Díaz (2013), los atributos que se consideran en los muestreos son:

- Altura: utilizada para definir la estructura vertical de la formación.
- DAP: se utiliza para calcular el área basal y el volumen del tronco de los árboles, con objeto de obtener la productividad en madera de un bosque.
- Área basal es el resultado de la suma de la superficie de DAP de todos los individuos de una misma especie en la parcela de muestreo.
- Estructura horizontal se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo o cualquier unidad geomorfológica con o sin formación superficial determinada y ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es compleja.



Se opta por el transecto lineal, ya que las variables y atributos se pueden medir mejor sin perturbar los elementos del transecto. Al mismo tiempo nos permite obtener una doble aplicación, ya sea sobre áreas de vegetación homogéneas o para detectar los cambios de la misma, relacionados con variables mesológicas (Artigas & Díaz, 2013).

## **D. DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

La diversidad biológica es reconocida a nivel internacional como un elemento esencial para realizar planes de conservación y el uso sustentable de los recursos naturales. Por lo tanto, su comprensión, cuantificación y análisis es fundamental para entender el mundo natural y los cambios provocados por la actividad humana (Villarreal et al., 2004).

A pesar de los múltiples aspectos del concepto, la diversidad biológica se entiende como el número de especies presentes en un sitio o región. Esta aparente simplificación tiene ventajas para la planeación y el desarrollo de programas de inventarios de biodiversidad, los cuales deben estar enfocados a indicar cuanta diversidad existe, que, dónde y cómo se distribuyen las especies florísticas (Villarreal et al., 2004).

### **1. Índices de Biodiversidad Florística**

Estos índices corresponden a una medida de la heterogeneidad de una comunidad en función de la abundancia y riqueza de las especies (Sonco, 2013).

La diversidad permite distinguir entre dos o más comunidades con idéntica riqueza y composición florística, en la cual las especies difieren en cuanto a la abundancia relativa (Sonco, 2013).

### **2. Medidas de dominancia e índices de diversidad**

#### **2.1. Abundancia Relativa o Densidad Relativa (Dr.)**

La abundancia o densidad relativa (número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población) (Aguirre, 2006) citado por (Pujos, 2013). La abundancia relativa corresponde al porcentaje con el que cada especie contribuye al conjunto de la comunidad (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013).

$$Dr. = \frac{\text{total de individuos especie A}}{\text{total de individuos, todas las especies}} \times 100$$

a. Frecuencia

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{intervalos o puntos donde aparece la especie A}}{\text{número total de parcelas o puntos muestreados}}$$

b. Frecuencia relativa (FR)

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{valor de frecuencia de la especie A}}{\text{valor total de frecuencia, todas las especies}} \times 100$$

## 2.2. Dominancia

Se dice que los organismos son dominantes en una comunidad cuando pueden ser los más numerosos, los que poseen mayor biomasa, los que ocupan la mayoría del espacio, los que realizan la mayor contribución al flujo de energía o ciclo de nutrientes, o los que de alguna u otra manera controlan o influyen sobre el resto de la comunidad (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013).

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{área cobertura sp A}}{\text{área muestreada}}$$

Dominancia relativa

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{área cobertura sp A}}{\text{área de cobertura de todas las sp}} \times 100$$

## 2.3. Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en la estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis, 1956) citado por (Campo & Duval, 2013). Este

valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa (Campo & Duval, 2013).

#### 2.4. Índice diversidad de Shannon

Este índice se basa en la equidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la muestra, mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Valencia, 2013).

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln p_i)$$

En donde:

H = Índice de Shannon

S = Número de especies

P<sub>i</sub> = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie

#### 2.5. Índice de diversidad de Simpson

Se basa en la dominancia, son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Se toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Presenta la probabilidad que los individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Valencia, 2013).

$$ISD = 1 - \sum (P_i)^2$$

En donde:

ISD= Índice de Simpson

P<sub>i</sub> = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

**Tabla 1.** Interpretación del Índice de Simpson

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Diversidad Baja
0,36 – 0,75	Diversidad mediana
0,76 – 1,00	Diversidad alta

**Fuente:**(Pujos, 2013).

## 2.6. Índice de diversidad de Sorensen

Conocido como el coeficiente de comunidad no considera la abundancia relativa de las especies, es más útil cuando el principal interés es la determinación de la presencia o ausencia de las especies (Smith & Smith. 2001 citado por Pujos, 2013). Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades, los datos utilizados en este índice son cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio (Mostacedo, 2000) citado por (Pujos, 2013).

$$Iss = \frac{2C}{A+B} \times 100$$

En donde:

Iss=Índice de Sorensen

A = Número de especies en el sitio 1

B = Número de especies en el sitio 2

C = Número de especies similares presentes en ambos sitios A y B.

**Tabla 2.** Interpretación del Índice de Sorensen

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Disimiles
0,36 – 0,70	Medianamente similares
0,71 – 1,00	Muy similares

**Fuente:** (Ordoñez *et al*, 2009) citado por (Pujos, 2013).

## E. CAUDALES

### 1. Definición de Aforo

“Aforar” el agua consiste en medir el caudal que poseen las fuentes hídricas, al “caudal” también se le conoce como: “gasto”, “descarga” y a nivel de campo “riegos” (Franquet, 2009).

## 2. Aforo volumétrico

Gonzales(s.f) menciona que el aforo volumétrico se aplica en la medición de pequeños caudales y se realiza midiendo el tiempo de llenado (t) de un recipiente de volumen conocido (V), donde se colecta la descarga, determinando el caudal en a la ecuación:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q= caudal

V= volumen

T= tiempo

Se realiza por lo menos 5 pruebas para obtener un caudal promedio, el recipiente sólo se llena hasta cierta altura, debido a ello se debe tener dentro del recipiente una escala que indique cual es el volumen (Gonzales, s.f.)

## F. LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUATORIANA

Según el Código Orgánico del Ambiente, Ley 0 del Registro Oficial, Suplemento 983 de 12-abr-2017, se establecieron los siguientes artículos:

### 1. Libro segundo del Patrimonio Natural. Título V. Servicios ambientales

**Art. 82.-** Establecer el marco general de los servicios ambientales, con la finalidad de tutelar la conservación, protección, mantenimiento, manejo sostenible y la restauración de los ecosistemas, a través de mecanismos que aseguren su permanencia.

**Art. 83.** El mantenimiento y regeneración de las funciones ecológicas, así como la dinámica de los ecosistemas naturales o intervenidos, generan servicios ambientales que son indispensables para el sustento de la vida y a su vez producen beneficios directos o indirectos a la población.

**Art. 84.-** Tipos de servicios ambientales son:

- Servicios de aprovisionamiento;
- Servicios de regulación;
- Servicios de hábitat;
- Servicios culturales; y,

- Otros que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 85.-** Quienes por su acción u omisión permiten la conservación, manejo sostenible y restauración de los ecosistemas y con ello contribuyan con el mantenimiento de su función ecológica, su resiliencia y por ende el flujo de los servicios ambientales, podrán ser retribuidos, de conformidad con los lineamientos que dicte la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 86.-** Para el financiamiento de los mecanismos de retribución de las actividades de conservación, manejo sostenible y recuperación de los ecosistemas y su posterior flujo de servicios ambientales, se promoverán los aportes públicos y privados, así como se podrán recibir fondos de donaciones, préstamos o aportes internacionales, impuestos o tasas y cualquier otra fuente que se identifique con estos fines.

**Art. 87.-** La Autoridad Ambiental Nacional establecerá mecanismos de evaluación y seguimiento de la generación de los servicios ambientales y de las acciones que se realicen por parte de los particulares.

## **2. Libro segundo del Patrimonio Natural Título VI. Régimen Forestal Nacional.**

**Art. 99.-** Será de interés público la conservación, protección y restauración de los páramos, moretales y ecosistema de manglar. Se prohíbe su afectación, tala y cambio de uso de suelo, de conformidad con la ley.

**Art. 100.-** Para la protección, uso sostenible y restauración del ecosistema páramo, se considerarán las características ecosistémicas de regulación hídrica, ecológica, biológica, social, cultural y económica.

**Art. 101.-** La elaboración de los planes e instrumentos de manejo y conservación del ecosistema páramo se realizarán de la siguiente manera:

- Si son páramos intervenidos donde existen y se realizan actividades agrarias y con el fin de no afectar otras áreas de páramos aledañas, la Autoridad Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, realizará el instrumento de manejo bajo los lineamientos emitidos por la Autoridad Ambiental Nacional;
- Si son páramos no intervenidos le corresponde a la Autoridad Ambiental Nacional en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales Metropolitanos o Municipales proteger y fomentar la conservación del ecosistema;

- Con la participación de los actores sociales públicos y privados, así como con las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades ubicadas en su entorno. Se fortalecerá la organización y asociatividad de las comunas y comunidades.

**Art. 102.-** En la elaboración de los planes e instrumentos de conservación y manejo del páramo se podrán establecer y reconocer áreas voluntarias de conservación comunitaria y privada, así como zonas de amortiguamiento.

**Art. 105.-** Con el fin de propender a la planificación territorial ordenada y la conservación del patrimonio natural, las siguientes categorías deberán ser tomadas en cuenta e incorporadas obligatoriamente en los planes de ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados:

- Categorías de representación directa. Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques y Vegetación Protectores y las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad;
- Categoría de ecosistemas frágiles. Páramos, Humedales, Bosques Nublados, Bosques Secos, Bosques Húmedos, Manglares y Moretales;
- Categorías de ordenación. Los bosques naturales destinados a la conservación, producción forestal sostenible y restauración.

## **G. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS**

Ibáñez (2011), describe la taxonomía de siete suelos identificados y los clasifica de la siguiente manera:

### **1. Entisol**

Son suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina, de topografía variable entre plana a extremadamente empinada. No tienen horizontes de diagnóstico. Dentro de este orden se han reconocido los siguientes subórdenes: Fluvent, Acuent y Ortent.

## 2. Inceptisol

Son suelos derivados tanto de depósitos fluviónicos como residuales, y están formados por materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria. Son superficiales a moderadamente profundos y de topografía plana a quebrada.

Morfológicamente presentan perfiles de formación incipiente, en los cuales se destaca la presencia de un horizonte cámbico (B) de matices rojizos a pardo amarillento rojizo, excepcionalmente pardo amarillentos, y con evidencias de alteración y no de acumulación de material iluviado. Dentro de este orden se han diferenciado los siguientes subórdenes: Acuept Y Tropept

## 3. Vertisol

Son suelos formados de materiales sedimentarios compuestos por arcillas expandibles, que se tornan muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando se secan, lo que da lugar a cuarteaduras y fisuras de tamaños y profundidades variables. Dentro de este orden se ha identificado un solo suborden: el Ustert.

## 4. Alfisol

Tienen una saturación de base mayor de 35° y los horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de traslocación de películas de arcilla. Dentro de este orden se ha diferenciado un solo suborden: Udalf.

## 5. Molisol

Son suelos superficiales a moderadamente profundos, desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios; tienen horizontes superficiales oscurecidos, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotados suficientemente de bases, principalmente Ca y Mg. Presentan topografía que varía entre ligeramente inclinada a extremadamente empinada. Se ha reconocido un solo suborden: Udol



## 6. Ultisol

Tienen un horizonte argílico de poco espesor y un bajo porcentaje de saturación de base generalmente inferior a 25% dentro de la sección de control del perfil edáfico. Se ha identificado un solo suborden: Udult.

## 7. Oxisol

En base a los análisis disponibles se ha establecido tentativamente el suborden Ortox y el Grande Grupo Haplortox. Entre las características más destacadas de los suelos identificados cabe mencionar: alta porosidad, muy friables, generalmente arcillosos, límites de horizonte difusos, muy desbasificados y saturación básica muy baja.



### **3. Aspectos Biofísicos**

#### **3.1. Suelo**

Los suelos de la parroquia San Isidro de Patulú son Inceptisoles o Entisoles, los cuales se caracterizan por estado de desarrollo no avanzado y poca fertilidad. Para la producción agrícola estos suelos requieren la utilización amplia de fertilizantes. Además, falta destacar que en el 22,67% del territorio no se muestra la presencia de suelos debido a erosión y un 18,69% del área total es páramo (Fernández, 2015).

#### **3.2. Factores Climáticos**

Las comunidades altas en un 47,46% son tierras de páramo (3500-5000m), con una temperatura media anual máxima 6°C, cobertura de vegetación máxima de 10-15%, zona de páramo, mientras que las comunidades bajas de la parroquia son consideradas tierras frías (2000 – 3500m), con una temperatura media anual: 12-22°C, precipitación de 700-800mm, estos pisos climáticos pueden variar por condiciones climáticas locales (Fernández, 2015).

#### **3.3. Recursos Naturales no Renovables**

En la comunidad Asaco Grande existe la presencia de piedra y arena, y en la comunidad Llio entre panamericana nortey las bombas de agua se evidencia la presencia de actividad minera de forma artesanal denominada Pangazo(Fernandez,2015).

#### **3.4. Hidrografía**

Las unidades hidrográficas han sido identificadas como las sub-cuenca del río Chambo y Patate, formadas por el Chimborazo, que drenan hacia el este alimentando al río Chambo. La sub-cuenca de Patate que nace desde las mismas elevaciones y desagua en el río Mocha hacia el río Patate. Para esta cuenca los vertimientos se realizan a través de quebradas de gran pendiente y corta distancia (Fernández, 2015). El caudal del río Guano, va disminuyendo de forma paulatina mientras va descendiendo por las diferentes zonas altitudinales, dando un promedio de 4.4 l/s/km<sup>2</sup> esto significa que hay un déficit de dotación de agua para la población (Fernández, 2015).

## **B. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **1. Campo**

Cámara fotográfica, libreta de campo, lápiz, esfero, etiquetas, GPS, flexómetro, estacas, prensa, periódico, rótulos, baldes, cronómetro, fundas Plásticas, piola

### **2. Oficina**

Computadora, impresora, útiles de oficina, memoria USB, Qgis 3.10.1.

## **C. MÉTODOLOGIA**

### **1. Socialización y zonificación del área de estudio**

#### **1.1. Socialización**

La socialización se realizó con los dirigentes del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Isidro de Patulú para informar el trabajo de investigación propuesta y posterior presentación de resultados.

#### **1.2. Zonificación**

Se realizó la georreferenciación en coordinación con los técnicos del GAP San Isidro y el Ing. Jorge Caraquí en calidad de técnico docente del herbario de la ESPOCH, las coordenadas se obtuvieron con un GPS garmín.

Las coordenadas se ingresaron en el programa Qgis 3.10.1 en el cual también se integró la Ortofoto de la parroquia san Isidro, con los datos integrados se dibujó el polígono de la zona de estudio en el cual se ubicó las coordenadas de cada transecto y la zona de aforo.

## **2. Colección de especies para la identificación en el herbario de la ESPOCH**

### 2.1. Instalación de transectos

En el área de estudio se instalaron 4 transectos de 1000m<sup>2</sup>. Los atributos de muestreo considerados fueron: altura, DAP, y número de individuos

### 2.2. Colección de especies y herborización

Se colectaron especímenes, un duplicado para muestras infértiles y 3 para muestras fértiles. Las especies vegetales recolectadas en la zona de estudio fueron herborizadas en el mismo lugar con papel periódico y a su vez prensadas, las especies se secaron manualmente bajo sombra, para cual se cambió de papel periódico cada día para evitar putrefacción de las muestras o que estas se llenen de hongos. Las muestras fueron identificadas en el herbario de la ESPOCH en el mismo nos otorgaron un certificado de reconocimiento de muestras botánicas. Para mayor información de las especies encontradas validamos en el Catálogo de Plantas Vasculares (Jorgensen, 1999) y en la base de datos Trópicos ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)).

## **3. Análisis de suelo**

Las muestras del suelo se tomaron en los transectos establecidos previamente y el análisis se lo realizo en el laboratorio de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo quien nos emitió un documento con los respectivos resultados.

## **4. Tabulación y sistematización de los datos obtenidos**

### 4.1 Tabulación de datos

Los atributos de muestreo considerados fueron: número de individuos y DAP, con el fin de obtener datos cuantitativos de la vegetación.

Con las especies identificadas se elaboró un listado con sus respectivos datos, posteriormente realizo los cálculos de biodiversidad

#### 4.2. Sistematización de los datos

Se realizaron los siguientes cálculos:

Área basal  $AB = \pi(DAP)^2 / 4$ , en  $cm^2$

Donde:

DAP= Diámetro a la altura del pecho

Densidad(A)= Número de individuos en la parcela

Densidad Relativa (DR)= (# de individuos de una especie / # de individuos en el transecto) \*100.

Dominancia Relativa (DMR)= (AB de una especie/AB de todos los individuos en el transecto) \*100

Índice de Valor de Importancia (IVI)= (DR+DMR) /2

Según Velásquez (1997) las fórmulas de los índices de biodiversidad son las siguientes:

Índice de Shannon –Weaver

$$H = - \sum_{n=1}^S (P_i)(\log_n P_i)$$

**Donde:**

H= Índice de Shannon

S = Número de especies

Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie

#### Índice de Simpson

$$ISD = 1 - \sum_{n=1}^s (P_i)^2$$

**Donde:**

ISD= Índice de Simpson

Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

#### Índice de Sorensen

$$ISS = \frac{2C}{A + B} * 100$$

**Donde:**

Iss=Índice de Sorensen

A = Número de especies en el sitio 1

B = Número de especies en el sitio 2

C = Número de especies similares presentes en ambos sitios A y B.

## 5. Medición de Caudal

Identificamos el cauce de la quebrada Patulú que cruza por la comunidad San Vicente de Liguinde originando una pequeña cascada, aplicamos el método volumétrico, desarrollando tres repeticiones los primeros días de cada mes para determinar el caudal hídrico

Aplicamos la fórmula propuesta por Gonzales (s.f.):

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q=Caudal

V= volumen

T= tiempo

## 6. Relación precipitación y caudal durante el periodo de registro

Revisamos el registro de precipitaciones mensuales del año 2019 de la estación meteorológica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, realizamos un cuadro comparativo entre los valores de precipitación y caudal de los meses en estudio y obtenemos la curva de tendencia.

## 7. Calculo del caudal ecológico mensual

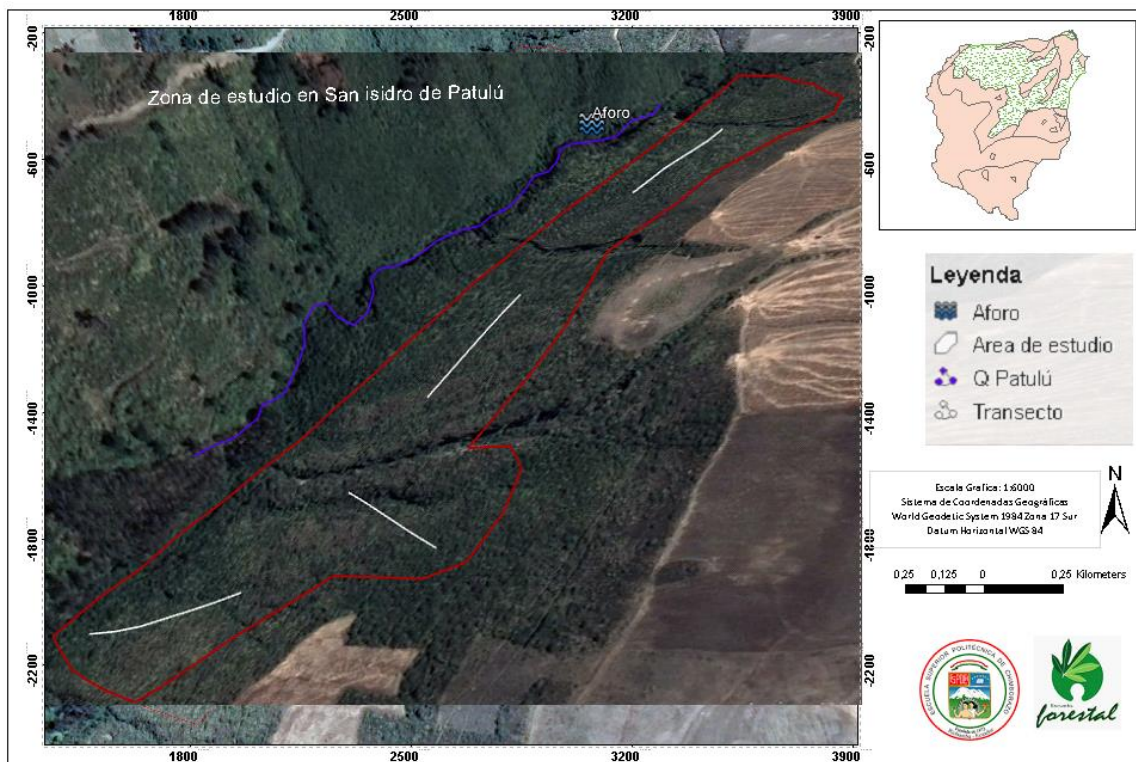
En base a lo establecido por la legislación ambiental del Ecuador, se hizo referencia el 10% del caudal mensual (López, 2018), por lo tanto, en el periodo de estudio (julio-octubre del 2019), por lo tanto, de los valores de caudal mensual registrados anteriormente calculamos el 10% de cada mes, adquiriendo los valores de caudal ecológico para cada mes de estudio, y obtuvimos el promedio del caudal ecológico.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS Y ZONA DE AFORO

Realizamos la georreferenciación, dibujamos el polígono de la zona de estudio con un área de 8,87 ha en el cual se establecieron los 4 transectos de 100mx25m, luego ubicamos el punto de aforo en la quebrada Patulú.

**Ilustración 2.** Mapa de la zona de estudio en San Isidro de Patulú.



Elaborado por: (Tierra, 2019)

El presente estudio se realizó en el páramo de la comunidad San Vicente de Liguinde, perteneciente a la parroquia de San Isidro de Patulú a una altitud de 3596msnm, con las siguientes coordenadas 758120,47mE 9828683,26mS. Según el MAE (2014), pertenece a la clasificación ecológica arbustal siempre verde y herbazal del Páramo (3300 - 3900 msnm).



## B. DIVERSIDAD FLORISTICA

### 1. Especies encontradas en el área de estudio

**Tabla 3.**Especies encontradas en el área de estudio

ESPECIES	IND	A.B.(cm <sup>2</sup> )	D.R.%	DMR.%	I.V
<i>Clinopodium tomentosum</i> (Kunth) Govaerts	82	33006,435	12,48	54,42	33,45
<i>Calceolaria crenata</i> Lam	65	3318,315	9,89	5,47	7,68
<i>Calceolaria ericoides</i> Vahl	40	5026,56	6,09	8,29	7,19
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC	48	1809,5616	7,31	2,98	5,14
<i>Salvia corrugata</i> Vahl	30	2827,44	4,57	4,66	4,61
<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine) Stapf	43	1452,2046	6,54	2,39	4,47
<i>Duranta triacantha</i> Juss	25	1963,5	3,81	3,24	3,52
<i>Dactylis glomerata</i> L	35	962,115	5,33	1,59	3,46
<i>Gaultheria amoena</i> A.C. Sm.	24	1809,5616	3,65	2,98	3,32
<i>Galium corymbosum</i> Ruiz &Pav.	30	706,86	4,57	1,17	2,87
<i>Tagetes multiflora</i> Kunth	28	615,7536	4,26	1,02	2,64
<i>Minthostachys mollis</i> Griseb	17	1418,62875	2,59	2,34	2,46
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) RM King y H. Rob	25	490,875	3,81	0,81	2,31
<i>Calceolaria ferruginea</i> Cav	20	706,86	3,04	1,17	2,10
<i>Otholobium mexicanum</i> (L. f.) J.W. Grimes	15	1104,46875	2,28	1,82	2,05
<i>Salvia sagittata</i> Ruiz &Pav	20	314,16	3,04	0,52	1,78
<i>Oligactis pichinchensis</i> (Hieron.) H. Rob. &Brettell	15	706,86	2,28	1,17	1,72
<i>Calceolaria hyssopifolia</i> Kunth	15	706,86	2,28	1,17	1,72
<i>Arracacia moschata</i> (Kunth) DC	16	201,0624	2,44	0,33	1,38
<i>Bomarea multiflora</i> (L. f.) Mirb.	15	176,715	2,28	0,29	1,29
<i>Gynoxys hallii</i> Hieron.	10	490,875	1,52	0,81	1,17
<i>Monnina aestuans</i> (L. f.) DC	10	314,16	1,52	0,52	1,02
<i>Lamourouxia virgata</i> Kunth	10	314,16	1,52	0,52	1,02
<i>Chuquiraga jussieui</i> J.F. Gmel	5	78,54	0,76	0,13	0,45
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz &Pav.) Pers.	5	78,54	0,76	0,13	0,45
<i>Altensteinia fimbriata</i> Kunth	2	12,5664	0,30	0,02	0,16
<i>Lupinus</i> s.p.	2	12,5664	0,30	0,02	0,16
<i>Acaena elongata</i> L.	2	3,1416	0,30	0,01	0,15
<i>Ilex andicola</i> Loes	1	19,635	0,15	0,03	0,09
<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	1	3,1416	0,15	0,01	0,08
<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	1	0,7854	0,15	0,00	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>657</b>	<b>60652,9077</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

IND= Individuos, A.B= Área basal, D.R= Densidad relativa, D.M.R= Dominancia relativa, I.V.I= Índice de valor de importancia.

**Elaborado por:** (Tierra, 2019).

## 2. Densidad

En el transecto total (1000 m<sup>2</sup>) se encontraron 109 individuos de 2,5cm de DAP, 199 individuos de 2cm de DAP, 328 individuos de 1cm de DAP, 20 individuos de 1,5cm y solo un individuo de 5cm de DAP.

## 3. Especies

Las especies más abundantes son: *Clinopodium tomentosum* (Kunth) Govaerts con 82 individuos, *Calceolaria crenata* Lam con 65 individuos, *Calceolaria ericoides* Vahl con 48 individuos, *Achyrocline alata* (Kunth) DC con 43 individuo y *Salvia corrugata* Vahl con 40 individuos. El resto de especies no sobrepasan los 39 individuos en el transecto (Tabla 3)

De acuerdo con el Índice de valor de importancia (IVI) la especie más dominante es: *Clinopodium tomentosum* (Kunth) Govaerts (IVI=33,45), *Calceolaria crenata* Lam (IVI=7,68), *Calceolaria ericoides* Vahl (IVI= 7,19) y *Achyrocline alata* (Kunth) DC (IVI=5,14) entre las especies más importantes, el resto poseen valores de IVI inferiores a 5 (Tabla 3).

## 4. Géneros

En cuanto se refiere en géneros, *Calceolaria* es el más abundante ya que tiene cuatro especies que son: *Calceolaria crenata* Lam, *Calceolaria ericoides* Vahl, *Calceolaria ferruginea* Cavy y *Calceolaria hyssopifolia* Kunth con 140 individuos y consecuentemente con el mayor valor de importancia; le sigue *Clinopodium* con su única especie *Clinopodium tomentosum* (Kunth) Govaerts con 82 individuos obteniendo el segundo valor de importancia y el tercer lugar de importancia tiene *Salvia* con dos especies que son: *Salvia corrugata* Vahl y *Salvia sagittata* Ruiz & Pav con 50 individuos.

## 5. Familia

Según el número de individuos, las familias más importantes fueron: Lamiaceae (164), Calceolariaceae (140), Asteraceae (138) y Poaceae (78), el resto de familias tienen menos de 30 individuos (Tabla 3). De acuerdo al índice de valor de importancia de las familias fueron: Lamiaceae (42,3), Calceolariaceae (18,69), Asteraceae (13,59) y Poaceae (7,93). Los resultados son similares con el estudio realizado por Caranquiet *al.*, (2016), quien afirma que las familias más representativas son Asteraceae y Poaceae.

## 6. Diversidad

Los 657 individuos corresponden a 31 especies, 27 géneros y 16 familias, *Brachyotum ledifolium* (Desr.) Triana, *Castilleja fissifolia* L. f., *Ilex andicola* Loes poseen un individuo mientras que con dos individuos tenemos a *Altensteinia fimbriata* Kunth, *Acaena elongata* L. y *Lupinus* s.p.

**Tabla 4** Índices de diversidad en el área de estudio

Índices de diversidad	Interpretación
Dominancia Simpson_1-D	0,05779 Dominanciabaja
D	0,9422 Diversidadalta
Shannon_H	3,062 Alta diversidad

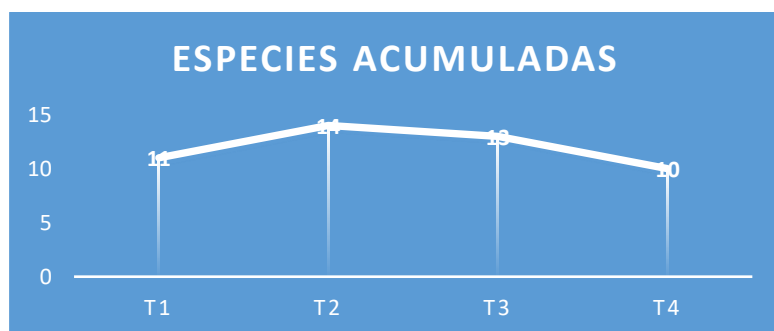
**Elaborado por:** Tierra Fatima, 2019

Caranquiet *al.*, (2016) menciona que el estado de conservación de los páramos y el grado de intervención en el ecosistema influyen en la presencia de un mayor o menor número de especies. Por lo tanto, el índice de Simpson indico baja dominancia y una alta diversidad concordando con la diversidadde Shannon, por lo tanto, el resultado coincide con lo observado en la zona de estudio.

## 7. Porcentaje de similitud de acuerdo al índice de Sorensen

Se registró el total de especies por cada subtransecto obteniendo mayor número de especies en el subtransecto dos y con menores especies en el subtransecto cuatro como se muestra en el grafico 2.

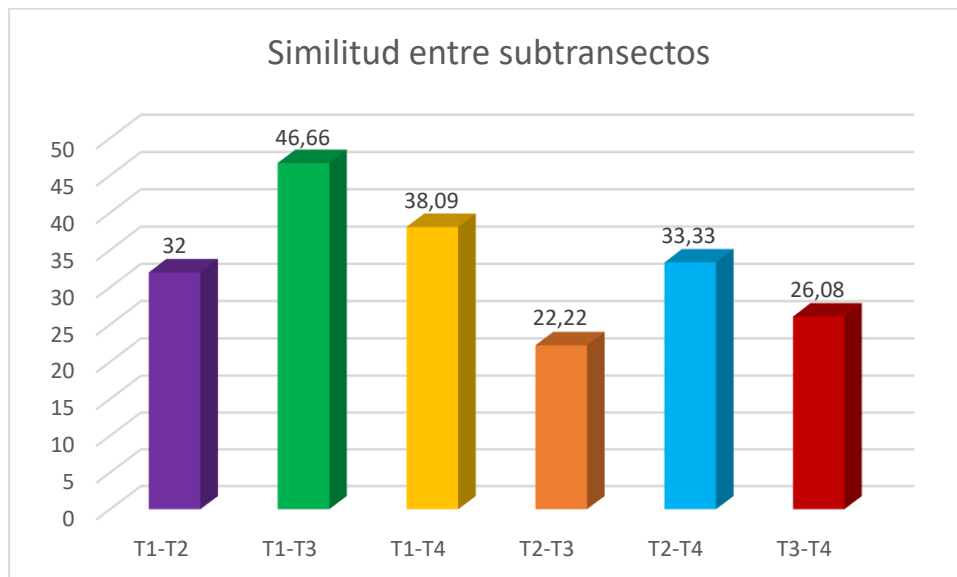
**Ilustración 3.** Acumulación de especies en los subtransecto



**Elaborado por:** (Tierra,2019)

El índice de Sorensen nos indica que los subtransectos son medianamente similares, el subtransecto uno con el tres alcanzo el porcentaje mayor de similitud con 5 especies similares mientras que la similitud menor se adquirió con los subtransectos dos y tres con 3 especies similares. Por lo tanto, las especies registradas se pueden encontrar en toda la zona de estudio.

**Ilustración 4.** Índice de Sorensen de los subtransectos



**Elaborado por:** (Tierra, 2019)

### C. ANALISIS DE SUELO

En el análisis físico químico del suelo obtuvimos un p.H ligeramente alcalino, bajo porcentaje de materia orgánica, la conductividad eléctrica indica que no es salino, mientras que la cantidad de amonio es bajo, la concentración de fosforo es medio y la de potasio es alto.

## D. CAUDAL DE LA QUEBRADA PATULÚ

### 1. Variación mensual del caudal en la zona de estudio

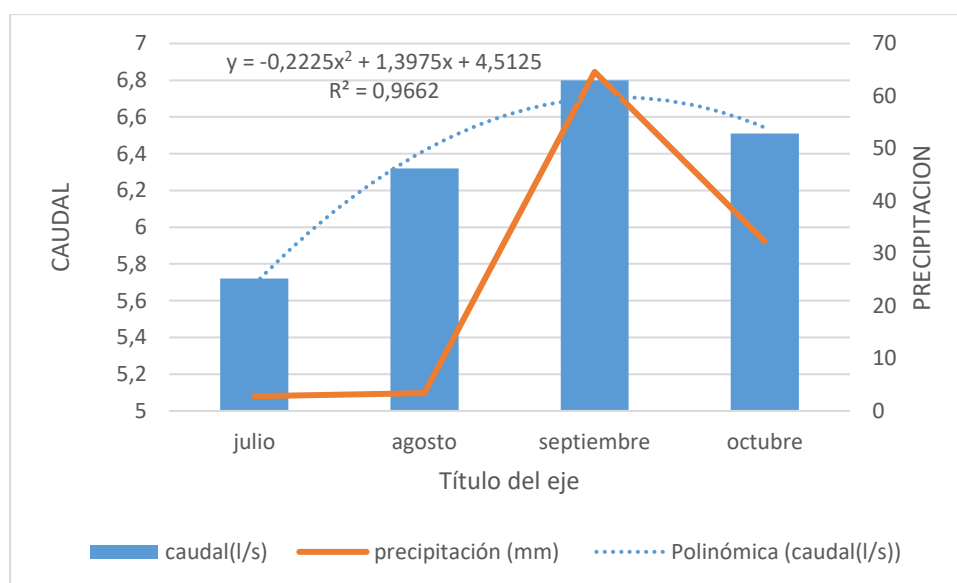
Se estableció la variación del caudal durante los siguientes meses: julio, agosto, septiembre y octubre del 2019, registrando para el primer mes un promedio de 5,72L/s, para el segundo mes 6,32L/s, para el tercer mes se calculó 6,8L/s y obteniéndose para el cuarto mes un caudal de 6,51L/s. Según Murillo (2019) en la regional San José de Chazo- Santa Fé de Galán el caudal medio mensual es de 6,34 L/s, similares resultados obtuvimos en el caudal medio mensual de la quebrada Patulú.

### 2. Relación precipitación y caudal durante el periodo de registro

En el grafico 3, se observa la relación entre precipitación y caudal, el máximo valor se presentó en septiembre del 2019 con un caudal promedio de 6,8L/s, correlacionado con la precipitación que fue de 64,6mm; mientras que en julio del 2019 se tiene un caudal promedio de 5,72 L/s y, coincidiendo con la precipitación registrada que fue 2,8mm. Además, la curva de tendencia posee una característica polinómica de segundo orden cuya relación es de 0,9662 existiendo una relación positiva, es decir a mayor precipitación mayor caudal.

De acuerdo con Bob (2000), un caudal puede ser distribuido a la población cuando posee un flujo mínimo de 0,125 L/s, esto explica que el caudal obtenido en la quebrada Patulú está dentro de los parámetros permitidos y se puede dotar a la población.

#### **Ilustración 5.**Caudal promedio por mes con respecto a las precipitaciones



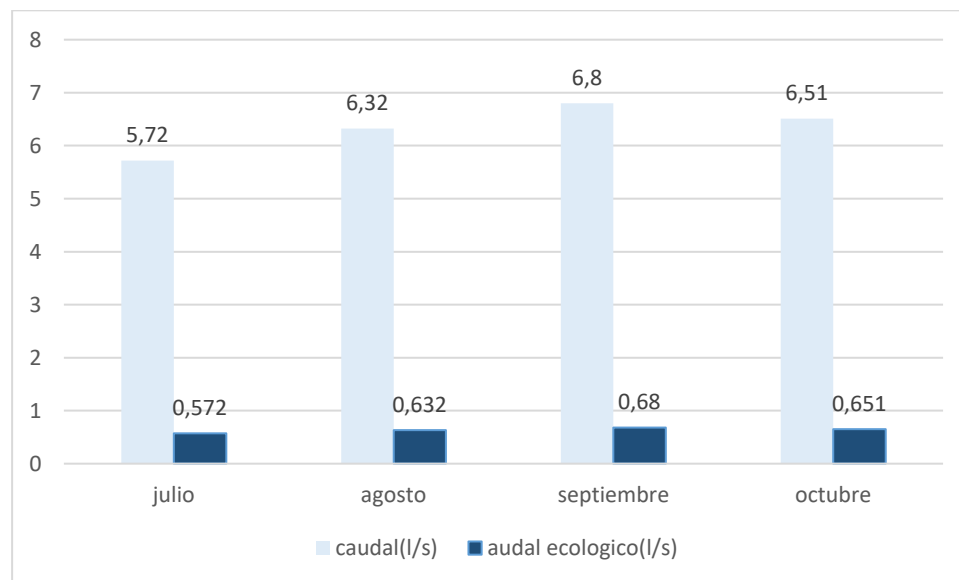
**Elaborado por:** (Tierra, 2019)

INAMHI (2017), manifiesta que en Ecuador se puede distinguir dos temporadas: de diciembre a mayo denominada temporada húmeda, y de junio a noviembre temporada seca, debido a esto se toma como un indicador de la variación del caudal la precipitación. Por otro lado, Corredor *et al.*, (2012), menciona que la temporalidad del agua disponible depende de patrones climáticos como se puede observar en los resultados del presente estudio.

### 3. Caudal ecológico de la quebrada San Isidro de Patulú

Se obtuvo los valores que se muestran en el gráfico 4. Mientras que, el promedio del caudal ecológico es 0,63375 L/sesta cantidad de agua debe permanecer en el tiempo para que el ecosistema páramo mantenga su estructura y equilibrio. Según OVACEN (2016), los páramos son regiones claves y zonas estratégicas ya que retienen y regulan el agua. Es importante conocer el valor del caudal ecológico porque nos ayuda administrar y distribuir de forma adecuada dicho recurso hídrico.

**Ilustración 6.** Caudal ecológico mensual



**Elaborado por:** (Tierra, 2019)

## VII. CONCLUSIONES

1. En el área de estudio se registró una diversidad florística de 657 individuos agrupados en 16 familias, 27 géneros y 31 especies.
2. El género más abundante en el área de estudio fue *Calceolaria* ya que presento las siguientes especies: *Calceolaria crenata* Lam, *Calceolaria ericoides* Vahl, *Calceolaria ferruginea* Cavy *Calceolaria hyssopifolia* Kunth con 140 individuos, mientras que las familias con mayor índice de valor de importancia (IVI) son: Lamiaceae, Calceolariaceae, Asteraceae y Poaceae, lo cual ratifica la riqueza de estas familias en los páramos del Ecuador.
3. El índice de Simpson indico baja dominancia y una alta diversidad concordando con la diversidad de Shannon, por lo tanto. Además, el índice de similitud nos dice que las especies registradas en este estudio se pueden encontrar en toda la zona.
4. Al aplicar el método de aforo volumétrico el caudal promedio mensual fue de 6,3375 l/s, el cual está dentro de los parámetros permitidos para ser distribuidos, sin embargo, la cantidad puede variar por los niveles de precipitación y factores antrópicos.
5. El promedio mensual del caudal ecológico fue de 0,63 l/s, permitiéndonos conocer la cantidad de agua que debe permanecer en la quebrada Patulú para mantener el equilibrio del ecosistema paramo.
6. Con los resultados encontrados se determina que la diversidad florística se encuentra dentro del servicio ecosistémicos de soporte, mientras que el agua está dentro del servicio ecosistémicos de regulación por lo tanto se acepta la hipótesis alternante que menciona que el Páramo de la parroquia San Isidro aporta servicios ecosistémicos a la parroquia.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Ampliar el estudio hídrico del páramo de San Isidro de Patulú del cantón Guano.
2. Realizar un plan de uso y manejo de los recursos naturales del páramo.
3. Realizar un análisis de la conservación del páramo, para que esta zona sea declarada área protegida.



## **IX. RESUMEN**

La presente investigación propone: determinar dos servicios ecosistémicos del páramo de la parroquia San Isidro de Patulú; para la diversidad florística se realizó un inventario de las especies vegetales para lo cual se instalaron 4 transectos de 100m por 25m, los atributos de muestreo fueron: altura, DAP y número de individuos, se recolectaron muestras de las especies en estado fértil para identificarlas en el herbario de la ESPOCH. Se registraron 657 individuos que corresponden a 31 especies, 27 géneros y 16 familias. La especie con mayor importancia fue *Clinopodium tomentosum* (Kunth) Govaerts (IVI= 33,45%). Se determinó que el género *Calceolaria* es el más abundante ya que tiene cuatro especies, en cuanto a familias con mayor IVI fueron Lamiaceae (42,3%), Calceolariaceae (18.69%), Asteraceae (13,59%) y Poaceae (7,93%). El índice de Simpson indico baja dominancia y una alta diversidad concordando con la diversidad de Shannon, mientras tanto el índice de Sorensen nos indica que los 4 transectos son medianamente similares esto quiere decir que las especies registradas se pueden encontrar en toda la zona de estudio. Para calcular el caudal promedio mensual se utilizó el método de aforo volumétrico durante el periodo Julio-octubre, 2019. Obteniéndose un caudal promedio de 6,3375 L/s. Se comprobaron las precipitaciones con los caudales mensuales, registrándose el mayor caudal en septiembre con 6,8L/s correlacionándose con su precipitación que fue de 64,6mm. Para el caudal ecológico se obtuvo el 10% de cada caudal mensual, dándonos un caudal ecológico promedio de 0,63 L/s el cual sirve para mantener las condiciones del páramo.

**Palabras clave:** ECOSISTEMA PARAMO - SERVICIOS ECOSISTEMICOS- DIVERSIDAD FLORÍSTICA - INVENTARIO FLORISTICO – CAUDAL HÍDRICO.

**Por:** Fatima Tierra



## X. ABSTRACT

This investigation proposes to determine two ecosystem services of San Isidro de Patulú parish moor. For the floristic diversity, a plant species inventory was made, for which four transects of 1 Oüm per 25m were installed. The sampling attributes were height, DAP, and several individuals, samples of the species infertile state were collected to identify them in the herbarium of the ESPOCH. Six hundred fifty-seven individuals corresponding to 31 species, 27 genera, and 16 families were registered. The most important species was *Clinopodium tomentosum* (Kunth) Govaerts (IVI = 33.45%). It was determined that the genus *Calceolaria* is the most abundant since it has four species, as for families with higher IVI were Lamiaceae (42.3%), Calceolariaceae (18.69%), Asteraceae (13.59%) and Poaceae (7, 93%). The Simpson index indicated low dominance and high diversity, according to Shannon's diversity. Meanwhile, the Sorensen index suggests that the four transects are moderately similar; this means that the recorded species can be found throughout the study area. To calculate the average monthly flow, the volumetric capacity method was used during the period July-October, 2019. It was obtaining an average circulation of 6.3375 Lis. Precipitation was checked with monthly flows, registering the highest flow in September with 6.8Ll / s correlating with its rainfall that was 64.6mm. For the ecological flow, 10% of each monthly flow was obtained, giving us an average ecological flow of 0.63 Lis, which serves to maintain the conditions of the moor.

**Keywords:** MOORLAND ECOSYSTEM - ECOSYSTEM SERVICES - FLORISTIC DIVERSITY - FLORISTIC INVENTORY - WATER FLOW.

By Fatima Tierra.



## **XI. BIBLIOGRAFÍAS**

- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Almeida, L., Nava, M., Ramos, A., Espinosa, M., Ordoñez, M., & Jujnovsky, J. (2007). *Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México*. *Gaceta Ecológica*. 23(34),53–64.
- Arias, J., Cevallos, B., Guerra, J., Garcia, M., Tumbaco, J., Wittong, D., & Zambrano, J. (2016). *Tipos de aforamiento para una determina sección*. Universidad Técnica De Manabí. Manabí-Ecuador.
- Artigas, R., & Díaz, F. (2013). *Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos ( I ): fundamentos metodológicos. Transect sampling of vegetation formations of fundamentals*. LXXIV, 67–88. Recuperado el 8 de octubre de: <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201303>
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). *Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos*. *Gaceta Ecológica*. 23(34), 8–15.
- Bob, R. (2000). *Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico*. Recuperado el 9 de octubre del 2019 de: <http://www.disasterinfo.net/Agua/pdf/9-UsoDomestico.pdf>
- Canara, R., & Díaz, F. (2013). *Muestreo en transectos de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos*. *Estudios Geográficos*. 74 (274), 67-88.
- Campo, A., & Duval, V. (2013). *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)*. *Revista Anuales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid-España*, (34), 32.
- Camacho, M. (2013). *Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible*. Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Caranquí, J., Lozano, P. & Reyes, J. (2016). *Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Ecuador*. Enfoque UTE, Quito, Ecuador, (7), 33-42.
- Caranqui, J. (s.f.). *Estudios básicos de bosques montanos en el centro del Ecuador*. Quito: Académica Española. Alemania.
- Castaño, C. (2002). *Páramos y ecosistemas alto andinos en condición de hotspot & global climatic tensor*. Colombia-Bogotá: IDEAM.
- Corredor, E., Fonseca, J., & Paéz, E. (2012). *Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano*. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Colombia*, (3), 78-80
- Estrella, J., Manosalvas, R., Mariaca, J. & Ribadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y recursos genéticos: una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Quito-Ecuador: EcoCiencia, INIAP, MAE y Abya Yala.
- Fernández, D. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural de San Isidro de Patulú*. San Isidro de Patulú. pp. 1–284.
- Franquet, J. (2009). *Aforo del agua*. Recuperado el 19 de Julio de 2019 de: <http://www.eumed.net/librosgratis/2009b/564/AFORO%20DEL%20AGUA.htm>.

- Gonzales, S. (s.f). *Fuentes de agua y métodos de aforo*. Recuperado el 19 de Julio del 2019 de: [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/22sas.htm#2.2\\_\\_\\_\\_\\_Fuentes\\_de\\_agua\\_y\\_m%C3%A9todos\\_de\\_aforo](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/22sas.htm#2.2_____Fuentes_de_agua_y_m%C3%A9todos_de_aforo)
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., & Cerra, M. (s.f.). *Los páramos andinos ¿ qué sabemos ? estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. Quito-Ecuador.
- Hofstede, R., Coppus, R., Vásquez, P. M., Segarra, P., Wolf, J., & Jan, S. (2002). *El estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador*. *Ecotropicos*, 15(1), 3–18.
- Hofstede, R., Vásquez, S. & Cerra, M. (Ed.) (2015). *Vivir en los páramos. Percepciones, vulnerabilidades, capacidades y gobernanza ante el cambio climático*. Quito-Ecuador: UICN.
- Inañez, A. (2011). *Clasificación taxonómica de los suelos identificados*. Recuperado el 18 de Julio del 2019 de: <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea30s/ch026.htm#a.2.2%20suelos%20del%20orden%20inceptisol>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. INAMHI. (2017). *Tipos de clima Ecuador*. Recuperado el 19 de noviembre del 2019 de: <http://www.serviciometereologico.gob.ec/>
- López, J. (2018). *Caudal ecológico en el Ecuador*. IAGUA. Recuperado el 19 de octubre del 2019 de: <https://www.iagua.es/blogs/juan-calles-lopez/caudal-ecologico-ecuador>
- Ministerio del Ambiente. MAE.(2014). *Sistema de clasificación de ecosistemas de Ecuador Continental*. Recuperado el 19 de julio del 2019 de: <http://app.sni.gob.ec/snlink/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
- Ministerio del Ambiente. MAE. (2017). *Código orgánico del ambiente*. Recuperado el 19 de Julio del 2019 de: <http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/12/CODIGO-ORGANICO-DELABIENENTE.pdf>
- Murillo, E. (2019). *Estudio de los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en el páramo de la Ciénega en la regional San José de Chazo-Santa Fe de Galán, cantón Guano, provincia de Chimborazo (Tesis de grado. Ingeniero Forestal)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Quito- Ecuador.
- Sonco, R. (2003). *Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo)*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Recuperado el 20 de julio del 2019 de [http://www.mobot.org/PDFs/reserarch/madidi/Sonco\\_2013\\_Thesis.pdf](http://www.mobot.org/PDFs/reserarch/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf)
- Podwojewski, P., & Poulenard, J. (2000). *Los suelos de los páramos del Ecuador*. En los suelos del páramo. Serie Paramo 5. Quito: GTP/ Abya Yala.
- Pujos, L. (2013). *Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres*

- comunidades de la organización de segundo grado unión de organizaciones del pueblo Chibuleo. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal)* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Citado por: Izco, J. Et al. 2007. Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. Revista Peruana de Biología ISSN 1727-9933 versión on-line. [Www.farmersrights.org/pdf/americas/Ecuador/Ecuador-biodivdraft02.pdf](http://www.farmersrights.org/pdf/americas/Ecuador/Ecuador-biodivdraft02.pdf)
- Pujos, L. (2013). *Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo grado unión de organizaciones del pueblo Chibuleo.* Citado por: Smith R & Smith T. (2001). *Ecología: Comunidades.* Eds. Martin M. 6 ed. Pearson educacion s.a. Madrid.
- Portal Eficiencia Energética y Arquitectura. OVACEN. (2016). *El páramo.* Recuperado el 19 de noviembre del 2019 de: <https://ecosistemas.ovacen.com/bioma/paramo>
- Valencia, C (2013). *Indices de diversidad.* Recuperado el 19 de Julio del 2019 de <https://es.slideshare.net/ccvalenciatic/indices-de-diversidad-ecosistmica>.
- Villota, A., León-yáñez, S., & Behling, H. (2012). Vegetation and environmental dynamics in the Páramo of Jimbura region in the southeastern Ecuadorian Andes during the late Quaternary. *Journal of South American Earth Sciences*, 40, 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2012.09.010>
- Villareal, H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogotá-Colombia



## **XII. ANEXOS**

### Anexo 1.Reconocimiento del área de estudio

<b>Imagen</b>	<b>Descripción</b>
	<p>Primera salida de campo el 9 de mayo del 2019 para reconocer el área de estudio</p>
	<p>El 18 de septiembre del 2019 el área de estudio sufrió un incendio provocado por las actividades agrícolas.</p>

## Anexo 2. Permiso de investigación otorgado por el MAE

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Oficio Nro. MAE-DPACH-2019-1476-O

Riobamba, 12 de julio de 2019

**Asunto:** RESPUESTA: Solicita autorización de investigación científica.

Estudiante  
fatima Yadira Tierra Guevara  
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento S/N, de fecha 29 de mayo de 2019, asignado con el trámite No. MAE-DPACH-2019-1309-E, donde solicita la emisión de la respectiva autorización de investigación científica con el tema: "Estudio de dos servicios ecosistémicos en el páramo de la parroquia San Isidro, cantón Guano, provincia de Chimborazo", para optar por el título de Ingeniero Forestal.

Me permito informar que una vez que se verificó que el proyecto cumple con lo establecido en el artículo 8 del libro IV del TULSMA y cumplió con el pago solicitado mediante Oficio Nro. MAE-DPACH-2019-1199-O, se elaboró la Autorización de Investigación científica, Nro. 022-IC-DPACH-MAE-2019, con el tema: "Estudio de dos servicios ecosistémicos en el páramo de la parroquia San Isidro, cantón Guano, provincia de Chimborazo". La misma fue elaborada por la Unidad de Patrimonio Natural y que se adjunta para su lectura y conocimiento de las obligaciones que adquiere en calidad de investigadora.

La fecha de entrega del informe final es el 09/03/2020.

Cabe recalcar que esta solicitud que es atendida en base al Memorando Nro. MAE-VMA-2018-0095-M, de fecha 18/05/2018, el mismo que menciona "(...) El MAE continuará otorgando los permisos de colecta, guías de movilidad de recursos biológicos y demás permisos o autorizaciones relacionadas con manejo ex situ de recursos biológicos (...)".

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

---



MINISTERIO DEL AMBIENTE



 Ministerio  
del Ambiente  
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE  
AMBIENTE DE CHIMBORAZO

Oficio Nro. MAE-DPACH-2019-1476-O

Riobamba, 12 de julio de 2019

*Documento firmado electrónicamente*

Ing. Wilmer Javier Tingo Cali  
**DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO**

Referencias:  
- MAE-DPACH-2019-1309-E

Anexos:  
- img0880329232001559165577.pdf  
- nro\_022-ic-dpach-mae-2019.pdf

Copia:  
Señorita Doctora  
María Dolores Astudillo Vallejo  
Guardaparque del Parque Nacional Sangay - Vida Silvestre

ma/mp



Firmado electrónicamente por:  
**WILMER  
JAVIER**

MINISTERIO DEL AMBIENTE  
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO



AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Nro. 022-IC-DPACH-MAE-2019

FLORA: X

FAUNA:

VIARIOS:

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, autoriza a:

Nombres y Apellidos	C.C.	Nacionalidad
Fátima Yadira Tierra Guevara	0605075332	Ecuatoriana

Para llevar a cabo la investigación: "Estudio de dos servicios ecosistémicos en el páramo de la parroquia San Isidro, cantón Guano, provincia de Chimborazo".

De acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Solicitud de Fátima Yadira Tierra Guevara.
- Auspicio de institución científica nacional: ESPOCH, Carrera de Ingeniería Forestal.
- Auspicio de institución científica internacional: Ninguna
- Institución que financia la investigación: Autofinanciada
- Contraparte de la Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo: Mvz. María Dolores Astudillo
- Vigencia de esta Autorización: 09/07/2019 a 09/03/2020
- Fecha de entrega de informe final: 09/03/2020
- Valoración Técnica del Proyecto: Mvz. María Dolores Astudillo.
- Se autoriza la colección de 3 muestras en estado fértil y 2 en estado infértil de cada especie vegetal, presente en los transectos establecidos, según la metodología que consta en el proyecto. También se realizará análisis de textura de suelo y caudal de agua.
- Las especies colectadas serán identificadas e ingresadas en el Herbario de la ESPOCH.
- Esta Autorización NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA / FAUNA O MICROORGANISMOS, sin el correspondiente permiso. Competencia de cada una de las direcciones provinciales del MAE, y que deberá gestionarse en cada dependencia.
- Esta Autorización NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA/FAUNA O MICROORGANISMOS, sin la correspondiente autorización de la Dirección Nacional de Biodiversidad o cada uno de los Centros de Tenencia y Manejo de Flora/Fauna (Herbarios/ Museos de Historia Natural) que cuente con patente vigente emitida por la Autoridad Ambiental.
- De los resultados que se desprenda de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente.
- Estos especímenes NO podrán ser utilizados en actividades de BIOPROSPECCIÓN NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO, sin la correspondiente Autorización del Ministerio del Ambiente, caso contrario se procederá como lo establece el COIP.- Artículo 248.- Delitos contra los recursos del patrimonio genético nacional.

Obligaciones del investigador:

- Entregar a la Dirección provincial del Ambiente de Chimborazo, (02) dos copias del informe final impreso en formato PDF, (incluyendo una versión digital), de los resultados de la autorización otorgada. (Solicitar Formato).
  - Lista taxonómica de las especies debidamente identificadas, objeto de la autorización de colecta con sus respectivas coordenadas. (Solicitar Formato).
  - Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos científicos el número de Autorización de Investigación Científica otorgada por el Ministerio del Ambiente, con el que se colectó el material biológico.
  - Entregar copias de las publicaciones a la Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo
  - Entregar copias del material fotográfico que puedan ser utilizados para difusión. (Se respetará los derechos de autoría).
- Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales 15,16, 17, 18, 19, se responsabiliza al investigador/a Fátima Yadira Tierra Guevara.

SE AUTORIZA LA COLECCION EN LAS PROVINCIAS, CANTONES Y ÁREAS PROTEGIDAS:  
Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, Parroquia San Isidro.

SE AUTORIZA EL ESTUDIO DE MUESTRAS BIOLÓGICAS CON EL PROPÓSITO DE:  
Inventariar la flora de páramo de la parroquia San Isidro.

MINISTERIO DEL AMBIENTE



EL GOBIERNO  
DEL ECUADOR

SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN:

Materiales y equipos	
GPS	Cámara fotográfica
Cronómetro	Flexómetro
Fundas plásticas	Libreta de campo
Estacas	Prensa portátil
Pirola	Barreno
Periódico	Rótulos
Etiquetas	Baldes
Azadón	Material de oficina

**OBLIGACIONES Y CONDICIONES PARA LA VIGENCIA DE ESTA AUTORIZACIÓN:**

1. LAS MUESTRAS PRODUCTO DE ESTA INVESTIGACIÓN DEBERAN SER CATALOGADAS POR INDIVIDUO O LOTES.
2. ESTA AUTORIZACIÓN FACULTA LA COLECCIÓN/ MANIPULACIÓN DE ESPECIMENES VIVOS, MISMOS QUE NO PODRÁN SER UTILIZADOS COMO MATERIAL PARENTAL PARA MANEJO COMERCIAL.
3. ESTA AUTORIZACIÓN ES EMITIDA BAJO LOS TÉRMINOS EXPRESADOS EN LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, EN TAL SENTIDO HABILITA EL MANEJO DE FLORA QUE HAYAN ESTADO EXPRESADOS EN LA PROPUESTA TÉCNICA TANTO EN TAXONES COMO EN NUMERO DE INDIVIDUOS.
4. LOS INVESTIGADORES DEBERÁN REALIZAR SUS INTERVENCIONES EN CAMPO BAJO UN MANEJO RESPONSABLE Y ÉTICO CON LOS ESPECÍMENES ASÍ COMO CON LOS EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN.
5. PARA EL INGRESO A AREAS DE PROPIEDAD PRIVADA LOS INVESTIGADORES DEBERAN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO PROPIETARIO.
6. NO SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE ARMAS DE FUEGO, EXPLOSIVOS O SUBSTANCIAS VENENOSAS COMO METODOLOGÍA DE ESTA INVESTIGACION.
7. ESTA AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PODRÁ SER RENOVADA ANUALMENTE PREVIO AL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES CONTRAIDAS POR EL INVESTIGADOR, ENTREGA Y APROBACIÓN DE INFORMES PARCIALES O FINALES EN LAS FECHAS INDICADAS.
8. SE SOLICITARÁ PRÓRROGA QUINCE DÍAS ANTES DE LA FECHA DE VENCIMIENTO QUE INDICA ESTE DOCUMENTO.
9. TODO USO INDEBIDO DE ESTA AUTORIZACIÓN, ASÍ COMO EL INCUMPLIMIENTO DE ASPECTOS LEGALES, ADMINISTRATIVOS O TÉCNICOS ESTABLECIDOS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS DE ACUERDO A LA CODIFICACIÓN A LA LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE AREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE Y AL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA, Y DEMAS NORMATIVA PERTINENTE.
10. EL INCUMPLIMIENTO DE CUALQUIERA DE ESTAS DISPOSICIONES ASÍ COMO EL USO INDEBIDO DE ESTE DOCUMENTO, O EL INCUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES LEGALES, ADMINISTRATIVAS O TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS CONFORME A LA NORMATIVA LEGAL VIGENTE Y CON LA SUSPENSIÓN INMEDIATA DE LA PRESENTE AUTORIZACIÓN.
11. TASA POR AUTORIZACIÓN: 20 VEINTE DÓLARES DEPOSITADOS EN BANEQUADOR CUENTA 0010000785, CON REFERENCIA 736086568 RECIBO DE CAJA 1804.

Ing. Wilmer Tingo.  
DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO.

EMA: 09/07/2019

MP: 09/07/2019

Ministerio del Ambiente  
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL  
AMBIENTE DE CHIMBORAZO

## Anexo 3. Certificado del Herbario- ESPOCH



Ofc.No.008.CHEP.2020

Riobamba, 20 de febrero del 2020

Ing. Wilmer Tingo  
 DIRECTOR PROVINCIAL MAE CHIMBORAZO

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que la señorita Fatima Yadira Tierra Guevara con CI: 060507533-2, entregó 4 muestras botánicas fértiles y 27 muestrasn infértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; según autorización de Investigación N°022-IC-DPACH-MAE-2019. Las muestras fértiles ingresaron a la colección del herbario para los fines pertinentes. Las infértiles serán archivadas durante un año para los fines pertinentes.

Familia	Especie	Estado
Lamiaceae	<i>Clinopodium tomentosum</i> (Kunth) Govaerts	infertil
Calceolariaceae	<i>Calceolaria crenata</i> Lam	esteril
Calceolariaceae	<i>Calceolaria ericoides</i> Vahl	esteril
Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC	esteril
Lamiaceae	<i>Salvia corrugata</i> Vahl	esteril
Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine) Stapf	esteril
Verbenaceae	<i>Duranta triacantha</i> Juss	esteril
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L	esteril
Ericaceae	<i>Gaultheria amoena</i> A.C. Sm.	esteril
Rubiaceae	<i>Galium corymbosum</i> Ruiz & Pav.	esteril
Asteraceae	<i>Tagetes multiflora</i> Kunth	fertil
Lamiaceae	<i>Minthostachys mollis</i> Griseb	esteril
Asteraceae	<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) RM King y H. Rob	esteril
Calceolariaceae	<i>Calceolaria ferruginea</i> Cav	fertil
Fabaceae	<i>Otholobium mexicanum</i> (L. f.) J.W. Grimes	esteril
Lamiaceae	<i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav	esteril
Asteraceae	<i>Oligactis pichinchensis</i> (Hieron.) H. Rob. & Brettell	esteril
Calceolariaceae	<i>Calceolaria hyssopifolia</i> Kunth	esteril
Apiaceae	<i>Arracacia moschata</i> (Kunth) DC	esteril
Bomareae	<i>Bomarea multiflora</i> (L. f.) Mirb.	fertil
Asteraceae	<i>Gynoxys hallii</i> Hieron.	esteril
Polygalaceae	<i>Monnina aestuans</i> (L. f.) DC	esteril
Orobanchaceae	<i>Lamourouxia virgata</i> Kunth	fertil
Asteraceae	<i>Chuiriraga jussieui</i> J.F. Gmel	esteril


**HERBARIO POLITECNICA CHIMBORAZO (CHEP)**  
 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO  
 Panamericana sur Km 1, fono: (03) 2 998-200 ext. 700123, jecaranqui@yahoo.com  
 Riobamba Ecuador

Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	esteril
Orchidaceae	<i>Altsteinia fimbriata</i> Kunth	esteril
Asteraceae	<i>Lupinus</i> s.p.	esteril
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.	esteril
Aquifoliaceae	<i>Ilex andicola</i> Loes	esteril
Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	esteril
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	esteril

Me despido, atentamente

  
 Ing. Jorge Caranqui  
 BOTÁNICO HERBARIO CHEP



## Anexo 4. Fotografías de la diversidad florística registrada

DIVERSIDAD FLORÍSTICA REGISTRADA		
		
<i>Acaenaelongata</i>	<i>Achyroclinealata</i>	<i>Ageratinas.p</i>
		
<i>Baccharis latifolia</i>	<i>Altensteiniafimbriata</i>	<i>Brachyotumledifolium</i>
		
<i>Calceolaria ericoides</i>	<i>Castilleja fissifolia</i>	<i>Chuquiragua</i>



*Clinopodium tomentosum*



*Cortaderia jubata*



*Galium corymbosum*



*Lupinus s.p.*



*Minthostachys mollis*



*Monnina aestuans*



*Otholobium mexicanum*



*Salvia corrugata*



*Salvia sagittata*