



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

**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 FÉ
DE GALÁN, 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**

JOHANNA ELIZABETH MURILLO CONTERÓN

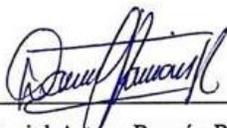
RIOBAMBA – ECUADOR

2019

HOJA DE CERTIFICACIÓN

El TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **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 FÉ DE GALÁN, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad de la estudiante Johanna Elizabeth Murillo Conterón ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

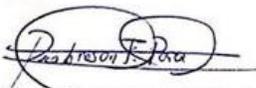


Ing. Daniel Arturo Román Robalino

DIRECTOR

2019/07/16.

FECHA



Ing. Robinson Fabricio Peña Murillo

ASESOR

2019/07/16

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.

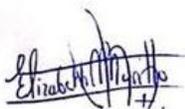


Murillo Conterón Johanna Elizabeth

C.I.: 172153330-3

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Johanna Elizabeth Murillo Conterón, 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.



Murillo Conterón Johanna Elizabeth

C.I.: 172153330-3

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado primero a Dios por haberme acompañado en los momentos más duros de mi vida como estudiante de esta carrera, por haberme dado la fuerza para alcanzar este sueño de ser alguien mejor. A la Virgen de Guadalupe por cuidarme siempre.

A mi familia que han sido el motor central de todo este sueño, que me apoyaron a aventurarme a mundo desconocido, que me inspiraron el coraje y la valentía para afrontar nuevos retos, también porque a pesar de la falta de dinero siempre lucharon porque pueda seguir adelante y jamás me negaron su ayuda. A mi mami Rosa que a pesar de la distancia siempre estuvo conmigo apoyándome y alentándome a seguir hasta alcanzar esta meta. A mi papi Alfredo que siempre ha velado para que nada me falte porque según él soy su primer amor. A mis hermanas Viviana y Vanessa que a pesar de ser las menores siempre han estado ahí con sus consejos para que me equivoque lo menos posible.

A mis abuelitos Rosa Vargas (+) que desde el cielo siempre me ha cuidado de los tropiezos que pudiera cometer y en especial por cuidarme de la muerte misma, porque estoy segura que fuiste tú abuelita quien me salvó de aquel accidente; a mi abuelito Francisco que siempre me motiva con sus palabras.

A mis tíos, tías, primos y primas que siempre han estado con palabras de aliento para que siga adelante, en especial a mi tía María que en momentos duros estuvo presente con sus consejos.

A mis amigas y amigos que se convirtieron en mi segunda familia y estuvieron apoyándome en esos momentos en los que quería renunciar y volver a casa, gracias por sus consejos y por estar siempre conmigo, gracias por aguantar mi mal carácter. Nunca cambien.

Johanna Elizabeth Murillo C.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen de Guadalupe por protegerme de todo peligro y guiarme en cada etapa de mi vida estudiantil.

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Forestal por haber compartido sus conocimientos y experiencias, porque gracias a ellos puede querer cada día más a esta carrera y aprender sobre las contribuciones que tiene esta con la sociedad y en especial con el medio ambiente y de alguna manera poder convertirme en una buena profesional.

A mi tribunal conformado por los Ingenieros Daniel Román (Director) y Robinson Peña (Asesor), por ayudarme con su tiempo, paciencia, conocimientos y sugerencias, para la realización de mi trabajo de titulación.

Al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales y su técnico la Ing. Elizabeth Pachacama por su colaboración en el análisis del suelo.

A la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán por haberme dado apertura para la realización de este trabajo de investigación, en especial a los señores operadores y al presidente de la Regional quienes colaboraron con su tiempo para las salidas al páramo.

A mis compañeros de generación por compartir bellos momentos durante la carrera estudiantil.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE GRÁFICOS	iii
LISTA DE CUADROS	iv
LISTA DE ANEXOS.....	v
I. 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 FÉ DE GALÁN, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. IMPORTANCIA	1
B. PROBLEMA	2
C. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS.....	4
A. OBJETIVO GENERAL	4
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
IV. HIPÓTESIS	5
A. HIPÓTESIS NULA.....	5
B. HIPÓTESIS ALTERNANTE.....	5
V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
A. EL PÁRAMO.....	6
1. Definición.....	6
2. Condiciones ambientales.....	6
3. El suelo de los páramos.....	8
4. Humedales y corrientes de agua.....	8
5. Tipos de páramo.....	9
6. La diversidad biológica de los páramos.....	9
7. Importancia del Páramo.....	12
B. CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL PÁRAMO.....	13
1. Bosque siempre verde del Páramo (3200 - 4100 msnm).....	13

2.	Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo (3300 - 3900 msnm).....	13
3.	Herbazal inundable del Páramo (3300 - 4500 msnm).	13
4.	Herbazal húmedo subnival del Páramo (3400 - 4300 msnm).	14
5.	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (3500 - 4200 msnm).	14
6.	Herbazal del Páramo (3400 – 4300 msnm).	14
7.	Herbazal y Arbustal siempre verde subnival del Páramo (4100 – 4500 msnm).	14
8.	Herbazal ultra húmedo subnival del Páramo (4400 - 4900 msnm).	15
C.	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL PÁRAMO	15
1.	Servicios ecosistémicos de regulación.	16
2.	Servicio ecosistémico de soporte.	18
D.	INVENTARIO FLORÍSTICO	19
1.	Diversidad.	19
2.	Metodología del proyecto Gloria.	20
3.	Índices de diversidad florística.	21
4.	Medidas de dominancia e índices de diversidad.	21
E.	CAUDAL	24
1.	Definición de caudal.....	24
2.	Caudal ecológico.	24
3.	Parámetros para la distribución del caudal.	26
4.	Aforo	26
5.	Importancia.....	26
6.	Métodos de aforo.....	27
F.	LEGISLACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR.....	28
1.	Libro segundo del Patrimonio Natural. Título V. Servicios ambientales.....	28
2.	Libro segundo del Patrimonio Natural Titulo VI. Régimen Forestal Nacional.....	29
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
A.	CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	31
1.	Localización.	31
2.	Ubicación geográfica.....	32
3.	Aspectos biofísicos.....	32
B.	MATERIALES Y EQUIPOS	33
1.	Campo.	33

2. Oficina.....	33
C. METODOLOGÍA	33
1. Socialización y zonificación de la zona de estudio.	33
2. Recolección de especies para su identificación en el Herbario de la ESPOCH.	34
3. Tabulación y sistematización de los datos obtenidos.	36
4. Medición del caudal.	38
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
A. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS Y ZONAS DE AFORO.....	39
1. Ubicación de las parcelas y sub-parcelas de muestreo.	40
2. Ubicación de las zonas de aforo.	40
B. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA REGIONAL	41
1. Especies registradas en el área de estudio.	41
C. DIVERSIDAD FLORÍSTICA A TRAVÉS DE ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) POR ESPECIE Y FAMILIA E ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER, SIMPSON, SORENSEN Y PORCENTAJE DE SIMILITUD ENTRE PARCELAS.	50
1. Índice de valor de importancia (IVI) de especies.	50
2. Comparación del IVI de especies encontradas en la Regional.	55
3. Índice de valor de importancia (IVI) de familias.	57
4. Comparación del IVI de familias encontradas en la Regional.	61
5. Índice Shannon-Weaver.	62
6. Índice de Simpson.	63
7. Porcentaje de similitud de acuerdo al índice de Sorensen de las cinco parcelas de muestreo.	64
D. CAUDAL DE LA REGIONAL SAN JOSÉ DE CHAZO-SANTA FÉ DE GALÁN.....	66
1. Variación mensual del caudal total en cada zona de estudio.	66
2. Relación precipitación y caudal en el período de registro.	66
3. Análisis del volumen promedio del caudal por zona.	67
4. Análisis de los caudales históricos.	68
5. Caudal ecológico de la Regional.	69
VIII. CONCLUSIONES	71
X. RESUMEN.....	73
XI. ABSTRACT	74
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	75

XIII. ANEXOS	82
--------------------	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Familias más diversas en géneros y especies en los páramos.	10
Tabla 2. Interpretación del Índice de Shannon y Simpson.	23
Tabla 3. Interpretación del Índice de Sorensen.....	24
Tabla 4. Caudales recomendados según el método de Montana.	25
Tabla 5. Coordenadas UTM de ubicación del páramo.	32
Tabla 6. Histórico de caudales.	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos 15

Figura 2. Diseño de Parcelas..... 34

Figura 3. Diseño de Cuadrantes..... 35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.	31
Gráfico 2. Mapa de ubicación de las parcelas de muestreo y zonas de aforo.	39
Gráfico 3. Composición florística por parcela de muestreo.	49
Gráfico 4. IVI de especies encontradas en la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán.	56
Gráfico 5. IVI de familias encontradas en la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán.	62
Gráfico 6. Índice de Shannon-Weaver en las cinco parcelas de muestreo.	63
Gráfico 7. Índice de Simpson en las cinco parcelas de muestreo.	64
Gráfico 8. Similitud de acuerdo al índice de Sorensen de las cinco parcelas de muestreo. .	65
Gráfico 9. Caudales promedio por mes con respecto a las precipitaciones.	67
Gráfico 10. Caudal promedio por zona de aforo.	68
Gráfico 11. Caudales promedios históricos.	69
Gráfico 12. Caudal ecológico mensual.	70

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas de las parcelas y sub-parcelas de muestreo.	40
Cuadro 2. Coordenadas de las zonas de aforo.	41
Cuadro 3. Vegetación registrada.	41
Cuadro 4. Vegetación registrada en la parcela de muestreo uno.	43
Cuadro 5. Vegetación registrada en la parcela de muestreo dos.	44
Cuadro 6. Vegetación registrada en la parcela de muestreo tres.	45
Cuadro 7. Vegetación registrada en la parcela de muestreo cuatro.	46
Cuadro 8. Vegetación registrada en la parcela de muestreo cinco.	47
Cuadro 9. Resumen de la composición florística de las 5 parcelas de muestreo.	48
Cuadro 10. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo uno.	50
Cuadro 11. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo dos.	51
Cuadro 12. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo tres.	52
Cuadro 13. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo cuatro.	53
Cuadro 14. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo cinco.	54
Cuadro 15. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo uno.	57
Cuadro 16. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo dos.	58
Cuadro 17. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo tres.	59
Cuadro 18. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo cuatro.	60
Cuadro 19. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo cinco.	61
Cuadro 20. Índice de Shannon-Weaver en las cinco parcelas de muestreo.	63
Cuadro 21. Índice de Simpson en las cinco parcelas de muestreo.	64
Cuadro 22. Similitud de acuerdo al índice de Sorensen de las cinco parcelas de muestreo.	65
Cuadro 23. Registro de caudal mensual y medio mensual.	66

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Socialización de la investigación	82
Anexo 2. Permiso de investigación otorgado por el MAE.	83
Anexo 3. Certificado del Herbario – ESPOCH.	87
Anexo 4. Fotografías de la diversidad florística registrada.	89
Anexo 5. Cálculo del índice de Shannon-Weaver y Simpson.	94
Anexo 6. Cálculo del índice de Sorensen.	100
Anexo 7. Análisis físico-químico de suelo.	103
Anexo 8. Cálculo de caudales por el método volumétrico.	104
Anexo 9. Fotografías del trabajo de realizado en la investigación.	105

I. 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 FÉ DE GALÁN, CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

II. INTRODUCCIÓN

A. IMPORTANCIA

Los páramos tienen una importancia fundamental para millones de personas y representan una multiplicidad de significados y valores: hábitats en los que sobreviven especies endémicas, ecosistemas capaces de brindar servicios ambientales fundamentales, agua principalmente, espacios de importancia cultural, entre otros. Así los páramos constituyen espacios de vida y territorios sagrados para los abuelos indígenas que habitan en o alrededor de ellos, además de lo cual juegan un papel fundamental en la subsistencia de diversas poblaciones tradicionales y locales asentadas en las zonas altas de las montañas (Maldonado & De Bièvre, 2011) citado por (Hofstede *et al.*, 2015).

La biodiversidad de los páramos tiene más valores impresionantes. Aparte de su alto grado de endemismo, un aspecto interesante de su flora son las adaptaciones morfológicas de las plantas al ambiente. Los pajonales montanos también sirven como fuente de germoplasma silvestre (Hofstede *et al.*, 2003).

La regulación hídrica es el valor más notable de los páramos tanto en Latinoamérica como en África y Oceanía. Esta importancia se debe a un balance hídrico positivo, a la neblina que cubre grandes extensiones durante la mayoría del tiempo, a la estructura de la vegetación que capta el agua, la conduce al suelo y a su vez lo protege contra erosión y disecación, y, por supuesto, al suelo humífero. Se puede decir que cada metro cuadrado de páramo “produce” 1 litro de agua por día (Hofstede *et al.*, 2003).

B. PROBLEMA

El desconocimiento de los seres humanos con respecto a los servicios ecosistémicos que nos brinda el páramo ha hecho que las actividades económicas como los cultivos agrícolas, la ganadería, las plantaciones forestales, la minería, el manejo inadecuado del agua y la expansión urbana se conviertan en riesgos severos para la integridad de los páramos (Hofstede *et al.*, 2015).

Además el ecosistema páramo no está evolutivamente adaptado, como una sabana africana, a la presencia y acción de grandes herbívoros. Aparte de que en muchos casos arrancan de raíz las plantas, las cuales carecen de una gran capacidad regenerativa, el propio peso de los individuos y la forma roma de sus cascotes generan cambios irreversibles en la vegetación y el suelo (Hofstede, 1995), (Ramón, 2002). Esto, junto a lo antes mencionado ha generado una situación de creciente impacto y amenaza para el ecosistema. Este impacto, aparte de los daños inmediatos y mediatos sobre la biodiversidad y el ambiente en términos amplios, se manifiesta en un descenso en la calidad de vida tanto de la gente que vive directamente del ecosistema, como de la que vive indirectamente del páramo y que suma millones de personas que usan el agua que baja de él, cada vez de menor cantidad y calidad (Mena & Hofstede, 2006).

C. JUSTIFICACIÓN

En el cantón Guano, la confluencia de factores biofísicos y esencialmente socioeconómicos, relacionados con el desarrollo de las actividades humanas y el crecimiento desordenado de su territorio, ha generado un proceso de pérdida de diversidad florística y disminución de agua afectando a los ecosistemas, algunos frágiles, como los páramos y humedales, y ha reducido sus capacidades de regeneración y producción.

En la parte alta de la parroquia Santa Fé de Galán se desarrollan actividades agropecuarias intensivas que provocan problemas de erosión, desaparición de especies de fauna y flora, disminución del agua y deterioro de áreas de páramo por el avance de la frontera agrícola.

Estas actividades representan una amenaza para la sostenibilidad del Cantón, especialmente de la Regional San José de Chazo – Santa Fé de Galán, debido a la degradación del recurso edafológico, florístico y a la disminución de caudales hídricos que inciden directamente en el desarrollo vital de 1200 familias pertenecientes a esta Regional. Esto ha generado un conflicto severo para mantener la biodiversidad de la zona alta, por su importancia en el equilibrio ecológico, su aporte a la disminución de los impactos del cambio climático y la posibilidad de proveer servicios ambientales.

Es por esta razón el interés de realizar el presente trabajo de titulación sobre el páramo y los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística que este brinda. Con estos datos se podrá informar y concientizar a la población sobre la importancia del páramo y a su vez incentivarlos al cuidado y conservación del mismo.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Estudiar los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en el Páramo de la Ciénega en la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inventariar la flora del Páramo de la Ciénega.
- Determinar la diversidad florística a través del IVI (índice de valor de importancia) por especie y familia.
- Determinar el caudal del Páramo de la Ciénega.

IV. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS NULA

El Páramo de la Ciénega no aporta servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en la Regional San José de Chazo–Santa Fé de Galán.

B. HIPÓTESIS ALTERNANTE

El Páramo de la Ciénega aporta servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en la Regional San José de Chazo–Santa Fé de Galán.

V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. EL PÁRAMO

1. Definición.

Según Maldonado & De Bièvre (2011) citado por Hofstede *et al.*, (2015), los páramos forman una ecorregión neotropical de altura, entre el límite forestal superior y las nieves perpetuas. Se encuentran distribuidos a lo largo de los Andes húmedos entre Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, con extensiones hasta Costa Rica y Panamá.

Estrella *et al.*, (2005), dijeron que son zonas frías, cuyo límite inferior en el Ecuador comienza desde los 2 800 m de altitud en el sur, hasta el valle de Girón – Paute, mientras que en el norte y centro, hasta la frontera con Colombia, aparecen desde los 3 400 m y se extienden hasta los 4 700 m de altitud.

2. Condiciones ambientales.

a. Clima.

Ecuador tiene un clima tropical que varía con la altitud y las regiones. El clima puede ser muy variable en el mismo día, pero suele ser muy agradable con una sensación de eterna primavera. Hay principalmente dos temporadas, aunque con el cambio climático las estaciones están menos definidas que antes: temporada húmeda de: diciembre a mayo, cuando el clima es cálido y lluvioso. Temporada seca de: junio a noviembre, con temperaturas más frescas (INAMHI, 2017).

b. Precipitación.

La precipitación en los páramos es generalmente abundante y relativamente continua a lo largo del año, de modo que, a pesar de que se puede hablar de estaciones más y menos lluviosas, la diferencia no es drástica (Hofstede *et al.*, 2003).

Al ser un ecosistema tropical, las estaciones en los páramos no se refieren a los cambios de temperatura a lo largo del año (la estacionalidad es diaria y no anual) sino a los cambios en

la precipitación. En otras palabras, hay meses más lluviosos (invierno) que otros (verano). La duración de una y otra estación y los meses exactos en que ocurren varían según las condiciones de cada localidad. El rango de precipitación en todo el páramo está entre 500 y 3000 mm por año. Así mismo, la humedad relativa tiene un rango entre 25 y 100%, con un promedio de 70-85% (Luteyn, 1999). Las variaciones locales tienen efectos sobre la vegetación y sobre los animales de diversa manera. A pesar de que no hay estudios específicos, se puede conjeturar que la fenología reproductiva (floración y fructificación) de las plantas también depende del patrón de lluvias (Hofstede *et al.*, 2003).

c. Temperatura.

La estacionalidad diaria que existe en los ecosistemas tropicales elevados significa que habrá varias horas de frío intenso. El promedio de temperatura en toda la extensión del páramo varía entre 2 y 10° centígrados (Luteyn, 1999), con cambios notables a lo largo de cada día: en un mismo día puede haber variación entre 0 ° centígrado y menos 6° centígrados inclusive y cerca de 20° centígrados (Mena & Balslev, 1986). La razón de este frío está en que, al ser ecosistemas altos, la capa de atmósfera que tiene sobre ellos es notablemente menos gruesa que la que tienen los ecosistemas bajos. En los ecosistemas altos, la capa delgada de aire que existe no funciona como un invernadero natural y mucha de la energía solar que entró vuelve a salir (Christopherson, 2000).

d. Geomorfología.

Una característica directamente relacionada con el drenaje pero que también por sí misma tiene efecto sobre la distribución de los seres vivos en el páramo es la pendiente. Solo algunos tipos de plantas son capaces de permanecer en pendientes muy escarpadas, con consecuencias sorprendentes. En algunos páramos se nota que las partes más pendientes y escarpadas mantienen bosques achaparrados bastante tupidos, rodeados de pajonal o de almohadillales, lo que nos da una pauta muy interesante acerca de la situación original de los páramos (Laegaard, 1992). En las pendientes más fuertes prácticamente ya no existe suelo y, por ende, solamente las plantas más tenaces sobreviven: los líquenes y los musgos (Hofstede *et al.*, 2003).

En el otro extremo están las pendientes suaves y las planicies. Porque el clima en el páramo es muy húmedo, en las planicies, en muchos casos se forman pantanos. Los pantanos más extensos se encuentran en los valles glaciales que son típicos de las alturas andinas (Jorgensen & Ulloa, 1994).

3. El suelo de los páramos.

Los suelos de los páramos son una de sus características más sobresalientes, especialmente por la significación que han adquirido en los últimos tiempos como los mantenedores primarios del servicio ambiental máspreciado del páramo: la captación y distribución de agua hacia las tierras bajas. En el Ecuador la mayor parte de ellos es de origen volcánico denominados como ANDOSOL. Esta característica, sumada a la frialdad general del clima de los páramos, que evita que la materia orgánica se descomponga rápidamente, genera una estructura tridimensional especial que funciona como una esponja que cumple con la función hidrológica mencionada. Las más importantes características físicas y químicas de los suelos de páramo son densidad aparente baja, alta retención de humedad, deshidratación irreversible, alta estabilidad estructural, alta fijación de fósforo, alta capacidad reguladora (Podwojewski & Poulenard, 2000) citado por (Mena & Hofstede, 2006). Químicamente, los suelos de páramo presentan pH de 5-7, capacidad de intercambio altamente variable y elevado contenido de materia orgánica (Cárdenas, 2015).

4. Humedales y corrientes de agua.

Ya que hay un gran mosaico de humedales en el páramo y ya que las turberas, pantanos, lagunas y ríos dependen de las demás partes del páramo (bosques y pajonales), que en sí también son bastante húmedos, es posible considerar el páramo en su totalidad como un gran humedal. Dentro de este humedal páramo, los sitios que por sus condiciones de suelo e inclinación tengan un mal drenaje tendrán plantas y, por lo tanto, animales distintos a aquellas zonas donde el drenaje es bueno (Hofstede *et al.*, 2003).

En el páramo hay especies que prefieren vivir cerca o incluso dentro de las corrientes de agua. Una de las especies de gramíneas más típicas de los páramos, el sigse, conocida por sus hojas cortantes, prefiere vivir cerca de las corrientes, ya sean éstas superficiales o

subterráneas. De hecho, las vegetaciones dominadas por el sigse pueden en algunos casos servir como indicadores de que hay agua cerca. Las turberas propiamente dichas, zonas pantanosas dominadas por musgos del género *Sphagnum*, también crecen en sitios anegados. Hay otras plantas que crecen en estas zonas, como ciertas especies de *Valeriana* y *Carex*, y varias formadoras de almohadillas (entre ellas *Plantago*, *Oreobolus* y *Azorella*) (Hofstede *et al.*, 2003).

5. Tipos de páramo.

Hay cinco clases de páramo (Estrella *et al.*, 2005):

- Almohadillas
- Frailejones
- Herbáceos
- Secos
- Arbustivos

También se habla del superpáramo o gelidofitia, donde casi no hay remanentes de vegetación y la mayor parte del tiempo hay nieve. Aunque todos los páramos del Ecuador comparten características ecológicas comunes como el cambio drástico de temperatura durante cada día, la gran radiación ultravioleta, la escasez fisiológica de agua y la poca presión de oxígeno, hay criterios para separarlos por sus diferencias en cuanto a historia geológica, clima, flora y fauna (Estrella *et al.*, 2005).

6. La diversidad biológica de los páramos.

La diversidad de los páramos está mejor caracterizada por la palabra "única" que por "riqueza". A todos los niveles de la biodiversidad (genes, especies y paisajes) no hay más representantes en el páramo que en otras zonas de vida, pero lo característico es "lo que hay en el páramo, no se encuentra en ninguna otra parte". En primer lugar, el paisaje: estos grandes valles con humedales, fragmentos de bosque, pajonales y nevados solamente se encuentran en el Norte de los Andes (Hofstede *et al.*, 2003).

a) Diversidad florística.

Los páramos, en toda su extensión en el Neotrópico, cubren alrededor del 2% de la superficie de los países; sin embargo, tienen cerca de 125 familias, 500 géneros y 3400 especies de plantas vasculares. Entre las plantas no vasculares los números también son notables: 130, 365 y 1300 respectivamente para familias, géneros y especies (Tabla 1) (Hofstede *et al.*, 2003).

Además en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo las Familias más representativas en un estudio realizado por Caranqui *et al.*, (2016), fueron Poaceae, Asteraceae y Geraniaceae que tuvieron la mayor cantidad de especies; además Poaceae contiene a *Calamagrostis intermedia* que fue la especie que tuvo los mayores valores cuantitativos en la mayoría de zona de muestreo, seguido de Caprifoliaceae con *Phyllactis rigida* que fue la segunda con mayores valores.

Tabla 1. Familias más diversas en géneros y especies en los páramos.

Grupo	Familia	No. de géneros	No. de especies
Plantas con flores	Plantas con flores	447	3045
Plantas con flores (las cinco familias con mayor diversidad en los páramos)	Asteraceae	101	858
	Poaceae	41	27
	Orchidaceae	25	152
	Scrophulariaceae	14	144
	Melastomataceae	9	107
Helechos y afines	Dryopteridaceae	5	77
Musgos	Dicranaceae	17	67
Hepáticas	Lejeuneaceae	16	38

Fuente: (Luteyn, 1999).

En términos del Ecuador, aún no se conoce el número exacto de especies de plantas que viven en los páramos del país, pero León (2000), sugiere que son alrededor de 1500. Esta

cifra relativamente alta, especialmente para sitios elevados donde la biodiversidad tiende a ser menor que en partes más bajas, contradice la imagen popular del páramo como un ecosistema pobre y homogéneo.

Si el ecosistema cubre unos 12600 km² del territorio nacional y si el número de especies de plantas vasculares del Ecuador es de 15901 (Jorgensen & León, 1999), esto quiere decir que el páramo tiene aproximadamente el 10% de las plantas en el 5% del territorio ecuatoriano.

Las plantas del páramo tienen adaptaciones al frío como hojas pequeñas y gruesas muy unidas al tallo, o bien, la acumulación de hojas muertas sobre el tallo para mantener el calor, como en el caso de los frailejones (Estrella *et al.*, 2005).

La vegetación del páramo se describe como principalmente abierta, dominada por gramíneas, arbustos, hierbas y rosetas gigantes del grupo de los frailejones. Está constituida por vegetales perennes, plantas herbáceas, arbustos y árboles enanos, musgos, líquenes y ciertos pastos. Las hojas de los vegetales están tupidas con pelusas abrigadas y finas (OVACEN, 2016).

Las plantas para poder vivir en unas condiciones particulares de la alta montaña tropical se han adaptado en su evolución en dos direcciones (OVACEN, 2016):

- Protegerse de los altos niveles de radiación solar incidente.
- Protegerse de las temperaturas congelantes, todos los días durante la noche y las primeras horas del día.

b) Endemismo.

El endemismo podría llegar a ser del 60% en todo el páramo (es decir, seis de cada diez especies encontradas pueden ser únicas de este ecosistema), pero los datos todavía no son concluyentes (Luteyn, 1992), (Luteyn, 1999). De este tipo de endemismo (la singularidad del ecosistema páramo) no se tienen datos exactos para el Ecuador.

Otro tipo de endemismo es el endemismo del país (especies que se encuentran en un sólo país). León (2000), sugiere que las especies endémicas ecuatorianas que están en el páramo son alrededor de 270. Las familias parameras con mayor número de especies endémicas para el Ecuador son Orchidaceae y Asteraceae; *Gentianella* (Gentianaceae), *Epidendrum* (Orchidaceae), *Lysipomia* (Campanulaceae), *Draba* (Brassicaceae) y *Lepanthes* (Orchidaceae) como los cinco géneros más ricos en especies endémicas ecuatorianas (León, 2000).

El único caso de endemismo para el país y para el ecosistema, a nivel de género es *Cotopaxia* (Apiaceae) (Jorgensen & León, 1999).

c) La fauna de los páramos.

Se estima que la mayoría de las especies, especialmente de aves y mamíferos, utilizan al páramo como un corredor o zona de transición, para realizar sus actividades en otras zonas de vida con temperaturas más adecuadas, como por ejemplo el bosque (OVACEN, 2016).

Sin embargo, los animales del páramo también presentan rasgos sobresalientes dadas sus adaptaciones fisiológicas para soportar las condiciones extremas de bajas temperaturas y radiación (OVACEN, 2016), por ejemplo el caso del colibrí estrella ecuatoriano que usa un mecanismo llamado torpidez, el cual le permite reducir su metabolismo y minimizar el gasto de energía durante las gélidas noches (Estrella *et al.*, 2005).

También se pueden localizar aves, osos, venados, patos, anfibios, reptiles, roedores. Que presentan un pelaje abundante para poder vivir ante las situaciones climatológicas frías durante el invierno (OVACEN, 2016).

7. Importancia del Páramo.

Los páramos, son regiones estratégicas por su altitud y climatología cuya función es la retención de aguas y la regulación hídrica durante todo el año. Son terrenos considerados como grandes reguladores del agua que permiten en épocas de sequía y durante los veranos que el agua retenida a esas altitudes sea aportada por escurrimiento y gradualmente a las tierras bajas, dado que en estas zonas son donde se generan los ríos, riachuelos, acueductos o quebradas (OVACEN, 2016).

B. CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL PÁRAMO

De acuerdo con MAE (2014), las zonas de vida del páramo son las siguientes:

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

Son 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 tipo de ecosistema se encuentra en formas de parches aislados en una matriz de vegetación herbácea o arbustiva. Estos parches tienden a ocurrir en sitios menos expuestos al viento y la desecación como laderas abruptas, fondo de los valles glaciares o en la base de grandes bloques de rocas de los circos glaciares (MAE, 2014).

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

Incluye al páramo de almohadillas, sector norte y centro de la cordillera oriental, subregión norte y centro. Pajonales arbustivos alti montano paramunos. Arbustales frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3 m de altura, mezclados con pajonales amacollados de alrededor de 1,20 m. Consideran un ecosistema diferente localizado sobre la línea de bosque; sin embargo, otros autores consideraron a éste como franja del ecosistema de bosque montano alto (MAE, 2014).

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, en el que las condiciones edáficas o micro climáticas locales tienen una mayor influencia sobre la vegetación que los factores climáticos asociados al gradiente altitudinal (MAE, 2014).

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

Generalmente se ubica 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 Illinizas, Pichincha, Cotopaxi y las vertientes occidentales del Chimborazo y Antisana (MAE, 2014).

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

Son herbazales abiertos, se encuentran en enclaves volcánicos localizados 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 son pocas las 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. 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 a lo largo de 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).

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 semiprostrados con una altura entre 0,5 a 1,5, ocurre en morrenas, circoglaciares, escarpamentos rocosos, depósitos de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena o quebradas estrechas. Se caracteriza por tener una vegetación fragmentada (MAE, 2014).

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).

C. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL PÁRAMO

Aparte de los usos que pueden prestar varias especies o grupos de especies del páramo, el ecosistema como un todo también genera beneficios para la sociedad, tanto en el páramo mismo como a grupos humanos alejados del páramo pero que lo aprovechan de manera muy importante (muchas veces sin enterarse de ello) (Pérez, 2001) citado por (Mena & Hofstede, 2006).

La vegetación también tiene qué ver, de manera tal vez indirecta pero muy importante, con ambos servicios ambientales que han recibido mucha atención en los últimos tiempos: la provisión de agua y la retención de carbono. Son los particulares suelos parameros los que realizan de manera directa estas funciones, pero la vegetación contribuye tanto en su formación como en su conservación y retención (Mena & Hofstede, 2006).



Figura 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos

Fuente: (Valdez & Ruiz, 2011).

Según MA (2005) citado por Valdez & Ruiz (2011), ofrece un sistema de clasificación con propósitos puramente operacionales basado en cuatro líneas funcionales que incluyen servicios de soporte, regulación, aprovisionamiento y culturales (Figura 1), con la intención de facilitar la toma de decisiones, las clases son las siguientes:

- Servicios de soporte: necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos.
- Aprovisionamiento: productos obtenidos del ecosistema.
- Regulación: beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema.
- Culturales: beneficios no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas.

Al tratarse la investigación de temas relacionados al agua y diversidad florística se profundizará en los servicios ecosistémicos de regulación y soporte (respectivamente).

1. Servicios ecosistémicos de regulación.

Los beneficios de regulación se obtienen directamente de los ecosistemas sin pasar por procesos de transformación ni por los mercados; incluyen el aire limpio, el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (el equilibrio CO₂ /O₂, la capa de ozono, etc.), la protección que ofrece el ozono frente a los rayos ultravioleta (UVA), la prevención de enfermedades y el mantenimiento de la calidad del agua, entre otros (Tapia, 2000).

Los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación y la calidad del agua provienen de ecosistemas que proveen una gran variedad de funciones hidrológicas importantes para el bienestar humano; dichas funciones se convierten en bienes y servicios ecosistémicos cuando son valoradas en términos del bienestar y el desarrollo de la sociedad, la cual depende de su provisión sostenida (MEA, 2005). La regulación del ciclo hidrológico es uno de los servicios tangibles de mayor impacto en el mundo entero, y su perturbación ha aumentado el impacto sobre la población más vulnerable, que depende del mencionado recurso para obtener agua potable, hidroenergía o riego para las actividades agropecuarias (Martínez *et al.*, 2010) citado por (Corredor *et al.*, 2012).

Los servicios hidrológicos incluyen la regulación de caudales para mitigar inundaciones, la recarga de acuíferos que mantienen caudales durante la época seca, la purificación del agua y el control de la erosión (MEA, 2005).

El servicio de regulación hace referencia a la regulación de la calidad y la temporalidad del agua. La calidad se refiere a los flujos de patógenos, los nutrientes, la salinidad y los sedimentos determinados por la capacidad de infiltración de la vegetación, la estabilización del suelo y los procesos bioquímicos de los ecosistemas. La temporalidad se refiere a los picos de caudales, los caudales base y su velocidad; todos ellos afectan el nivel de los ríos durante la época seca, la intensidad o la frecuencia de las inundaciones y el potencial de eutrofización de las aguas, lo cual, a su vez, se ve afectado por el almacenamiento y la estacionalidad del agua, el corto o largo plazo en los ecosistemas y su control del flujo (Krauze & Wagner, 2007).

La calidad y la temporalidad del agua disponible dependen de patrones climáticos regionales de precipitación y del balance de los componentes del ciclo hidrológico, así como de las características de la vegetación, el suelo y el subsuelo (Corredor *et al.*, 2012).

La regulación de la calidad hídrica es el producto de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas que se dan en los ecosistemas acuáticos y terrestres (Balvanera & Cotler, 2009) citado por (Corredor *et al.*, 2012). Tales aspectos de calidad y oportunidad del servicio están limitados por el accionar de las actividades antrópicas (Quetier, 2007) y la capacidad de los ecosistemas para depurar la carga de contaminantes producidos por dichas acciones humanas (MEA, 2005). Es importante mencionar que la demanda de agua, tanto para consumo humano como para actividades productivas, viene en aumento, mientras que la disponibilidad, la calidad y la oportunidad del recurso han venido en retroceso (Díaz, 2006).

Existen cuantificaciones económicas de los servicios hidrológicos, tanto a escala global como regional y local, que sirven para estimar la magnitud de la dependencia humana de ellos (CONAGUA, 2010).

Estos servicios de regulación se ven modificados de manera directa por el manejo que les da la sociedad, como la contaminación de los ríos por una inadecuada disposición de los desechos inorgánicos, y que afecta la calidad del agua y su ciclaje; o por la interacción antagónica con otros tipos de servicios, como la superposición de la producción agrícola y su relación con la calidad del agua (Bennett *et al.*, 2009) citado por (Corredor *et al.*, 2012). En tal contexto es de gran importancia establecer prácticas que estimulen una relación sinérgica entre los diversos tipos de servicios ecosistémicos, así como generar acciones que disminuyan el impacto antropogénico directo (Corredor *et al.*, 2012).

2. Servicio ecosistémico de soporte.

Según MEA (2005), los servicios de soporte son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas y permiten provisión del resto de los servicios. Estos pueden no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes y la producción primaria. De la misma manera, Vonada (2010), conceptualiza a los Servicios de Soporte como Servicios de Apoyo incluyendo el reciclaje y dispersión de nutrientes, la dispersión de semillas además de la producción primaria.

Por otra parte Pons (2010), formula otra denominación al parecer más frecuente en la literatura española, “Servicios Funcionales”, definidos como servicios necesarios para la prestación de otros servicios y el sostenimiento del ecosistema, como la formación de suelos, la fotosíntesis y el ciclo de nutrientes. Igualmente Baker *et al.*, (2013), presenta una matriz que permite realizar una evaluación ambiental basada en servicios ambientales, donde incluye como servicios de soporte la formación de suelo, regulación de nutrientes, tratamiento de residuos, polinización, control biológico, provisión de hábitat, función de refugio.

Por otra parte los servicios de apoyo o soporte son aquellos procesos ecológicos básicos que mantienen y aseguran el mantenimiento adecuado de los ecosistemas, permitiendo los flujos de servicios de provisión, de regulación y culturales. Estos son fundamentales para que la naturaleza siga su curso. (Martínez *et al.*, 2017).

Hábitat de especies: se refiere a la provisión de las condiciones que una planta o animal pueda necesitar para vivir y reproducirse, como alimento, agua y espacio. Los ecosistemas son importantes para conservar la biodiversidad (Martínez *et al.*, 2017).

El mantenimiento de la diversidad genética: se refiere al sostenimiento de la variedad de genes a lo interno y externo de las poblaciones (Martínez *et al.*, 2017).

D. INVENTARIO FLORÍSTICO

Los estudios de la vegetación son unos de los principales soportes para la planificación, manejo y conservación de los ecosistemas. En este sentido, la información proveniente de una caracterización o inventario florístico debe suministrar información en tres niveles: 1) riqueza específica; 2) recambio de especies; y 3) datos de la estructura que permitan determinar el estado de conservación de las áreas estudiadas (Villarreal *et al.*, 2004).

Los inventarios de plantas por medio de parcelas o transectos estandarizados permiten obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la vegetación de un área determinada, sin necesidad de estudiarla o recorrerla en su totalidad (Villarreal *et al.*, 2004).

1. Diversidad.

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

A pesar de las múltiples facetas del concepto, la diversidad biológica puede ser entendida simplemente como el número de especies presentes en un sitio o región. Esta aparente simplificación tiene ventajas obvias para la planeación y el desarrollo de programas de inventarios de biodiversidad, los cuales deben estar enfocados a responder cuanta diversidad existe, dónde y cómo se distribuye (Villarreal *et al.*, 2004).

2. Metodología del proyecto Gloria.

a. Diseño de parcelas.

Cada parcela queda dividida en cuadrados de 1 m² los cuales conforman una malla cuadrada confeccionada con cinta métrica flexible. La ubicación de la parcela se decidirá en función de las condiciones del terreno y del hábitat. Se admite una desviación de la dirección geográfica principal en caso de que la malla caiga en (Pauli *et al.*, 2015):

- un terreno demasiado abrupto para permitir un trabajo seguro, el exceso de pisoteo puede causar daños;
- vaya a parar a un terreno desnudo o a una glera, donde apenas puedan establecerse las plantas.

b. Impactos del pisoteo por parte de los investigadores.

Conviene reducir al mínimo el impacto del pisoteo durante la instalación y levantamiento de las parcelas de muestreo, así como durante el muestreo propiamente dicho. No debe pisarse el terreno donde hemos situado los cuadrados de 1 m². Particular cuidado merecerán, por ejemplo, las comunidades dominadas por líquenes y briófitos, la vegetación de los ventisqueros, los prados de hierba alta o los terrenos pedregosos inestables. Si el terreno lo permite, emplear una esterilla o alfombrilla ayudará a reducir dicho impacto (Pauli *et al.*, 2015).

c. Muestreo en los cuadrados de 1m².

Las observaciones de vegetación se llevan a cabo únicamente en los cuatro cuadrados de las esquinas de las parcelas. En cada uno de los cuadrados de 1 m², registraremos la cobertura de los distintos tipos de superficie y la abundancia específica de cada planta vascular. No utilizar la lista de especies de muestreos anteriores (Pauli *et al.*, 2015).

d. Estimación visual de cobertura en los cuadrados de 1m².

El porcentaje de cobertura de cada planta vascular se obtendrá por estimación visual. Este es un método eficaz para registrar todas las especies que se hallan dentro de la malla, incluyendo aquellas con valores de cobertura menores del uno por ciento. La cobertura de las especies se estimará en porcentajes, del modo más preciso posible (Pauli *et al.*, 2015).

3. Índices de diversidad florística.

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

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

4. Medidas de dominancia e índices de diversidad.

a. Abundancia Relativa o Densidad Relativa (Dr).

Para tener idea de 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 se refiere al porcentaje con el que cada especie contribuye al conjunto de la comunidad (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013).

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

b. Frecuencia.

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

c. Frecuencia relativa (FR).

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

d. Dominancia.

Cuando una única o unas pocas especies predominan en una comunidad, se dice que estos organismos son dominantes. Los dominantes en una comunidad pueden ser los más numerosos, los que poseen mayor biomasa, los que se adelantan a acaparar la mayoría del

espacio, los que realizan la mayor contribución al flujo de energía o ciclo de nutrientes, o lo que de alguna u otra manera controlan o influyen sobre el resto de la comunidad (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013).

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

e. Dominancia relativa.

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

f. Índice de valor de importancia (IVI).

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y 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).

g. Índice diversidad de Shannon.

Es un índice basado en la equidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbres en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Valencia, 2013).

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

Dónde:

H = Índice de Shannon; S = Número de especies; Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

h. Índice de diversidad de Simpson.

Es un índice basado en la dominancia, son parámetros inversas al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tomando en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de que los individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Valencia, 2013).

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

Dónde:

ISD= Índice de Simpson; Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

Tabla 2. Interpretación del Índice de Shannon y Simpson.

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

Fuente: (Ordoñez *et al.*, 2009) citado por (Bayas, 2015).

i. Índice de diversidad de Sorensen.

También conocido como el coeficiente de comunidad no considera la abundancia relativa de las especies. Es mucho 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 de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio (Mostacedo, 2000) citado por (Pujos, 2013).

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

Dónde:

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 3. 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. CAUDAL

1. Definición de caudal.

Se define como caudal o gasto al volumen de líquido que fluye (es decir que pasa por una sección transversal) en un determinado tiempo (Fernández, 2018).

2. Caudal ecológico.

En Ecuador, la legislación ambiental comenzó a exigir la definición de un caudal ecológico en la construcción de proyectos hidroeléctricos a partir del año 2007 (Registro Oficial No. 41). La norma establecía que se tome como referencia al menos el 10% del caudal medio anual para el cálculo del caudal ecológico (López, 2018).

El caudal ecológico debería permitir el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas acuáticos, mantener el sustento de comunidades locales que depende de peces para su alimentación, no afectar las necesidades de agua para riego y consumo humano y permitir el desarrollo de actividades como la generación hidroeléctrica (López, 2018). Las metodologías se describen a continuación:

a. Método de IDEAM.

Establece el índice de escasez de aguas superficiales. Estima un caudal ecológico – Q_e – constante, que será igual a un porcentaje de descuento o porcentaje del caudal medio mensual multianual igual al 25%, proporcionan una estimación de caudales de baja resolución (Pantoja, 2017).

b. Índices con la curva de duración de caudales.

La curva de duración de caudales es una de las técnicas más usadas para extraer información y es una forma de visualizar el rango completo de caudales, desde los caudales mínimos a los máximos registrados (Smakhtin, 2001). La curva se construye a partir de datos de caudales diarios, mensuales o anuales donde se presenta la relación entre ciertos rangos de caudales y el porcentaje de tiempo en que cada uno de esos rangos es igualado o excedido (Silveira & Silveira, 2001).

c. Método de Tennant (1976) o de Montana.

Proporciona las pautas para el manejo del caudal en base al porcentaje del caudal promedio que mantendría los atributos biológicos de un río. Es un método rápido donde la mayoría de los países lo han usado, básicamente en corrientes que no tienen estructuras de regulación como represas, diques u otras modificaciones en el cauce (Arthington *et al.*, 1998). El caudal se obtiene utilizando los criterios expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 4. Caudales recomendados según el método de Montana.

Descripción cualitativa	Caudales base recomendados
Crecidas o máximos	200% del caudal promedio
Óptimos	>60%
Sobresalientes	40%
Excelentes	30%
Buenos	20%
Mínimos o degradados	10%

Fuente: (WWF, 2010).

d. Métodos holísticos.

Los métodos Holísticos asumen que si son identificadas las características esenciales del flujo hídrico que pueden generar un impacto ecológico y estas son incorporadas dentro de un régimen de flujo modificado, entonces la biota y la integridad funcional del ecosistema será mantenida (Domínguez, s.f.).

3. Parámetros para la distribución del caudal.

a. Estándar.

Todas las personas tienen acceso seguro a una cantidad suficiente de agua para beber, cocinar y para la higiene personal y doméstica. Los puntos públicos de agua están lo suficientemente cerca a los refugios para permitir el uso de las necesidades mínimas de agua (Bob, 2000).

b. Indicadores clave.

- Se deben recolectar diariamente, por lo menos, 15 litros por persona (Bob, 2000).
- El flujo de cada punto de recolección de agua es, al menos, de 0,125 litros por segundo. Existe, al menos, 1 punto de agua para cada 250 personas (Bob, 2000).
- La distancia máxima de cualquier refugio al punto de agua más cercano es de 500 metros (Bob, 2000).

4. Aforo

“Aforar” el agua consiste en medir el caudal del agua. En vez de “caudal” también se puede emplear los términos “gasto”, “descarga” y a nivel de campo “riegos” (Franquet, 2009).

5. Importancia.

Según Franquet (2009), la medición o aforo de agua del río o de cualquier curso de agua es importante desde diferentes puntos de vista, como:

- Saber la disponibilidad de agua con que se cuenta.
- Distribuir el agua a los usuarios en la cantidad deseada.
- Saber el volumen de agua con que se riegan los cultivos.
- Poder determinar la eficiencia de uso y de manejo del agua de riego.

6. Métodos de aforo.

Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos. Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área (Gonzáles, s.f.):

a. Método volumétrico.

El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en L/s (Gonzáles, s.f.).

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

Dónde:

Q = Caudal

V = Volumen (L)

T = Tiempo (s)

b. Método de velocidad – área.

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme. Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. El resultado de la velocidad se ajusta a un factor de 0.8 a 0.9 (Gonzáles, s.f.).

c. Método de vertedero y canaletas.

Aforo con vertedero es otro método de medición de caudal, útil en caudales pequeños. Se interrumpe el flujo del agua en la canaleta y se produce una depresión del nivel, se mide el tamaño de la lámina de agua y su altura. El agua cae por un vertedero durante cierto

tiempo, se mide la altura de la lámina y se calcula la cantidad de agua que se vertió en ese tiempo (González, s.f.).

d. Aforador Parshall.

Según Pedroza (2001), el aforador Parshall es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal.

Según Méndez (2012), debido a que la principal función de la Canaleta Parshall es medir el caudal. Es importante tener una expresión matemática que relacione esta variable con el resto de las magnitudes en el dispositivo. Dicha expresión en términos generales es:

$$Q = C * (Ha)^n$$

Dónde:

Q: Caudal

Ha: Profundidad del agua en una posición dada

C y n: Constantes que dependen de las dimensiones del canal

F. LEGISLACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR

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

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

Art. 82.- De los servicios ambientales. El presente título tiene por objeto 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 (MAE, 2017).

Art. 83.- Generación de servicios ambientales. 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 (MAE, 2017).

Art. 84.- Tipos de servicios ambientales (MAE, 2017). Son tipos de servicios ambientales los siguientes:

1. Servicios de aprovisionamiento;
2. Servicios de regulación;
3. Servicios de hábitat;
4. Servicios culturales; y,
5. Otros que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 85.- De la regulación de las actividades de conservación, manejo y restauración para la generación de servicios ambientales. Los servicios ambientales no son susceptibles de apropiación (MAE, 2017).

Art. 86.- Del financiamiento de los servicios ambientales. 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 (MAE, 2017).

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

- a. Capítulo IV. Formaciones vegetales naturales, páramos, moretales, manglares y bosques.

Art. 99.- Conservación de páramos, moretales y manglares. 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. Las comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos participarán en el cuidado de estos ecosistemas y comunicarán a la autoridad competente, cualquier violación o destrucción de los mismos (MAE, 2017).

Art. 100.- Disposiciones sobre el ecosistema páramo. Para la protección, uso sostenible y restauración del ecosistema páramo, se considerarán las características ecosistémicas de regulación hídrica, ecológica, biológica, social, cultural y económica (MAE, 2017).

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

1.- 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 (MAE, 2017);

2.- 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 (MAE, 2017); y,

3.- 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 (MAE, 2017).

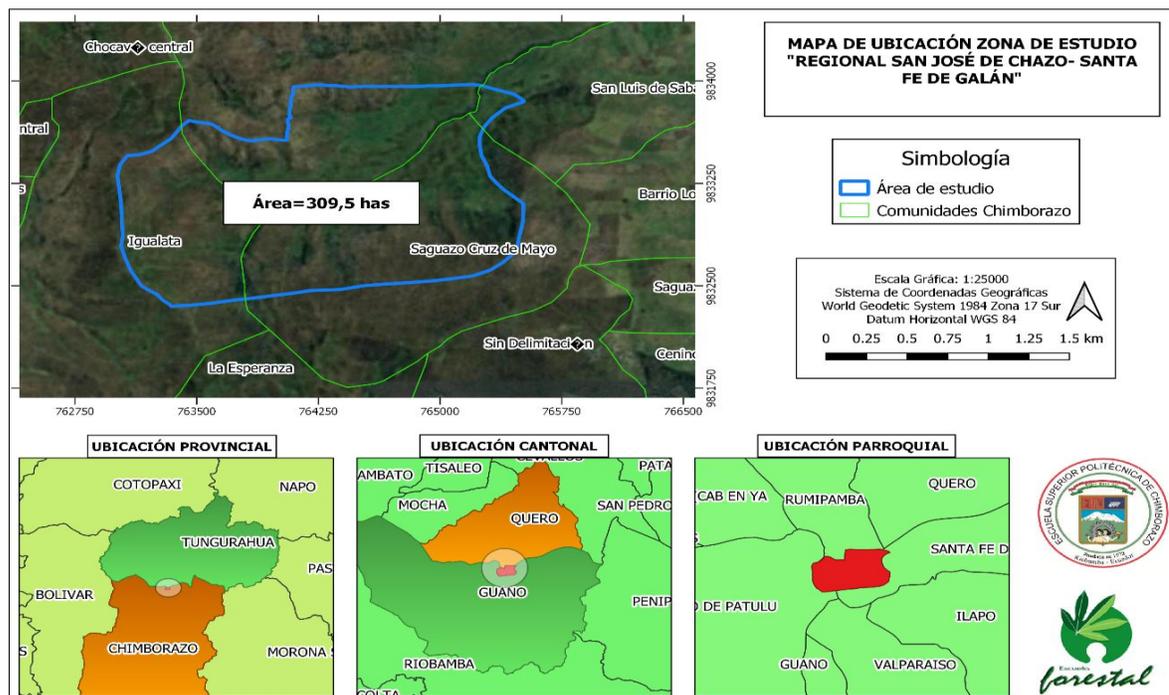
VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización.

El Páramo de la Ciénega se encuentra ubicado en el Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, este representa una zona de recarga hídrica para la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán, la cual se encuentra ubicada en una altitud que va de los 3300 msnm a 4200 msnm, aproximadamente. La Regional tiene una superficie aproximada de 309,5 hectáreas, misma que está conformada por las comunidades y/o barrios de: San José de Chazo, Cahujá Alto, San José de Sabañag, San Luis de Sabañag, Los Andes, Barrio Norte, Santa Fé de Galán Centro, La Palestina, San Francisco, San Fernando, Saguzo La Unión, Saguzo Cruz de Mayo y Chipza. Además estas comunidades y/o barrios se encargan del cuidado y protección del área que comprende la Regional, pero es importante mencionar que aún existen áreas de tipo privado que son utilizados para la crianza de ganado bravo.

Gráfico 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

2. Ubicación geográfica.

Tabla 5. Coordenadas UTM de ubicación del páramo.

Ubicación	Longitud	Latitud
Norte	771825	9837235
Sur	772437	9828477
Este	775726	9834841
Oeste	763821	9832246

Fuente: (Jaramillo, 2014).

3. Aspectos biofísicos.

a. Clima.

La zona se caracterizó por tener la presencia de neblina, cuya precipitación media es de 488,97 mm. La temperatura media es de 11° C (Jaramillo, 2014).

b. Ecología.

De acuerdo con MAE (2014), podemos distinguir 3 zonas de vida en el área de estudio:

- Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo (3300 - 3900 msnm).
- Herbazal inundable del Páramo (3300 - 4500 msnm)
- Herbazal del Páramo (3400 – 4300 msnm)

c. Hidrografía.

La red fluvial forma parte de la cuenca del río Pastaza, subcuenca del río Chambo (Jaramillo, 2014).

Tabla 6. Histórico de caudales.

Año	Caudal (L/s)
1985	37,6
2005	10,0
2014	10,8

Fuente: (Regional San José de Chazo – Santa Fé de Galán, 2014).

d. Suelo.

El área de estudio geológicamente se desarrolla a partir de material volcánico es decir que es un suelo de tipo Andosol. Las características físico-químico del suelo son los siguientes (anexo 7):

- pH: 5,82 (ligeramente alcalino)
- MO (Materia orgánica): 3,5 %, (medio)
- Conductividad eléctrica: 139,4 uS/cm (no salino)
- NH₄ (Amonio): 9,5 mg/L (bajo)
- P (Fósforo): 35,7 mg/L (alto)
- K (Potasio): 0,24 Meq/100 g (bajo)

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Campo.

Cámara fotográfica, libreta de campo, esferos, prensa portátil, papel periódico, toallas desechables de cocina, etiquetas, GPS, flexómetro, estacas, piola, balde, cronómetro, cuadrante de madera.

2. Oficina.

Computador, papel bond, esferos, portaminas, carpetas, ARCGIS 10.2.1 (versión estudiantil), impresora, memoria USB.

C. METODOLOGÍA

1. Socialización y zonificación de la zona de estudio.

a. Socialización.

- Se realizó la socialización con dirigentes de la Regional San José de Chazo - Santa Fé de Galán para informar sobre el trabajo de investigación y posterior presentación de resultados.

b. Zonificación.

- La georreferenciación se realizó en compañía de los operadores de la Regional, cuyas coordenadas se ingresaron en el programa Arcgis 10.2.1 (versión estudiantil), posterior se dibujó el polígono de la zona de estudio y se ubicó las parcelas de muestreo y zonas de aforo.

2. **Recolección de especies para su identificación en el Herbario de la ESPOCH.**

a. Instalación de las parcelas de muestreo

- Para la instalación de las parcelas de muestreo se tomó en cuenta la metodología propuesta por Pauli *et al.*, (2015), para el Proyecto Gloria tomando en cuenta algunas modificaciones para adaptar a los páramos andinos.
- Se instalaron 5 parcelas de muestreo de 5m x 5m, ubicadas a 300m de distancia y en distintos lugares tomando en cuenta la pendiente, accesibilidad y el estado de cada sitio.

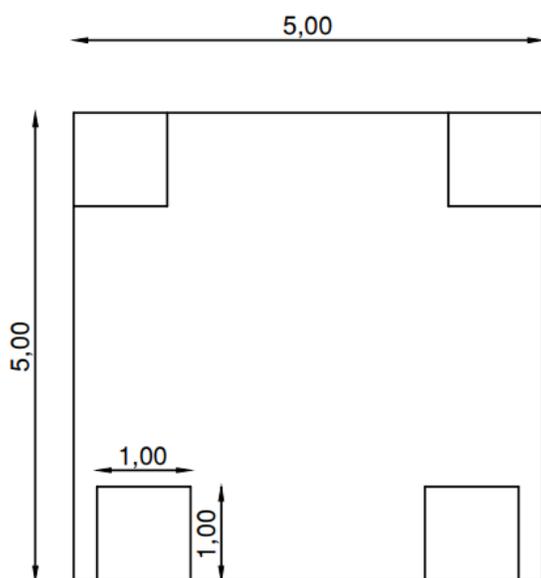


Figura 2. Diseño de Parcelas.

Fuente: (Pauli *et al.*, 2015).

- En la Figura 2, se muestra que cada parcela de muestreo fue dividida en sub-parcelas de 1m x 1m, las observaciones y recolección de vegetación se llevó a cabo únicamente en las sub-parcelas de las esquinas ya que las otras se alteraron con el pisoteo mientras

se realizaba la recolección de las muestras, obteniéndose el registro de 20 sub-parcelas de 1m x 1m.

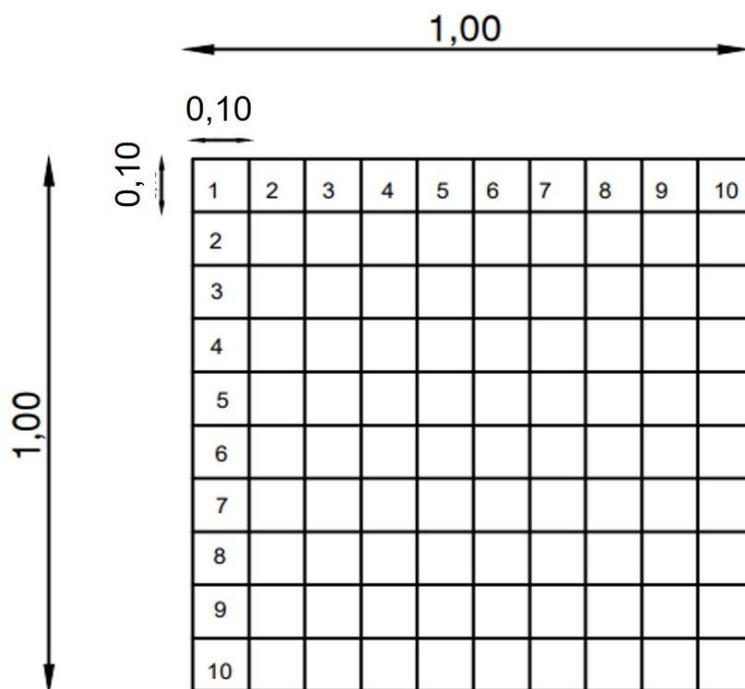


Figura 3. Diseño de Cuadrantes.

Fuente: (Pauli *et al.*, 2015).

- En la Figura 3, se observa que los sub-cuadrantes de 1m x 1m, se sub-dividieron en celdillas de 0,1m x 0,1m, para lo cual se utilizó un armazón de madera y un enrejado de hilos que delimitaron un total de 100 celdillas permitiendo la toma de datos de cada sub-parcela.
- b. Recolección de especies y herborización.
- Las especies vegetales que se recolectaron en la zona de estudio fueron herborizadas en el mismo lugar, las especies fueron secadas manualmente bajo sombra, periódicamente se cambió de papel para evitar putrefacción de las muestras o que estas se llenen de hongos.

3. Tabulación y sistematización de los datos obtenidos.

a. Tabulación de datos.

- Se procedió a contar y registrar los datos en el cuaderno de campo: número de individuos, frecuencia y cobertura de cada especie, con el fin de obtener datos cuantitativos de la vegetación, las especies que no se pudieron identificar en el campo fueron registradas con códigos para su posterior identificación en el herbario de la ESPOCH con la colaboración del curador del herbario; mismo que emitió el certificado de reconocimiento de las muestras botánicas.
- Con las especies identificadas se procedió a hacer el listado con sus respectivos datos para la realización de los cálculos respectivos.

b. Sistematización de datos.

- Con la información obtenida se determinó valores de importancia por especie y familia, densidad relativa, frecuencia relativa e índices de diversidad.

IVI: (Índice de valor de importancia)

IVI = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

DR = Densidad Relativa

DR= (Número de individuos de una especie / número total de individuos en el muestreo) x 100.

FR = Frecuencia Relativa

FR = (Número de unidades de muestreo con la especie / Sumatoria de las frecuencias de todas las especies) x 100

Para este estudio el número de unidades de muestreo son 20 cuadrantes de 1 m².

D = área de cobertura de la especie / área muestreada

Dr = (Área de cobertura de la especie / área de cobertura de todas las especies) x 100

Índice de Shannon – Weaver.

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

Dónde:

H = Índice de Shannon; S = Número de especies; Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

Índice de Simpson.

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

Dónde:

ISD= Índice de Simpson; Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

Interpretación del Índice de Shannon y Simpson.

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

Fuente: (Ordoñez *et al.*, 2009) citado por (Bayas, 2015).

Índice de Sorensen.

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

Dónde:

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.

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).

4. Medición del caudal.

- a. El área de estudio se dividió en tres zonas de aforo: Zona 1 (Vertiente), Zona 2 (Reservorio 1) y Zona 3 (Reservorio de cloración).
- b. Se tomó las coordenadas UTM de cada zona.
- c. Se aplicó el método volumétrico, mismo que consistió en llenar un balde de 10 L., registrándose el tiempo en que tarda en llenarse, efectuándose 3 repeticiones en el mes.
- d. Se aplicó la fórmula propuesta por Gonzáles (s.f.):

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

Dónde:

Q = Caudal

V = Volumen (L)

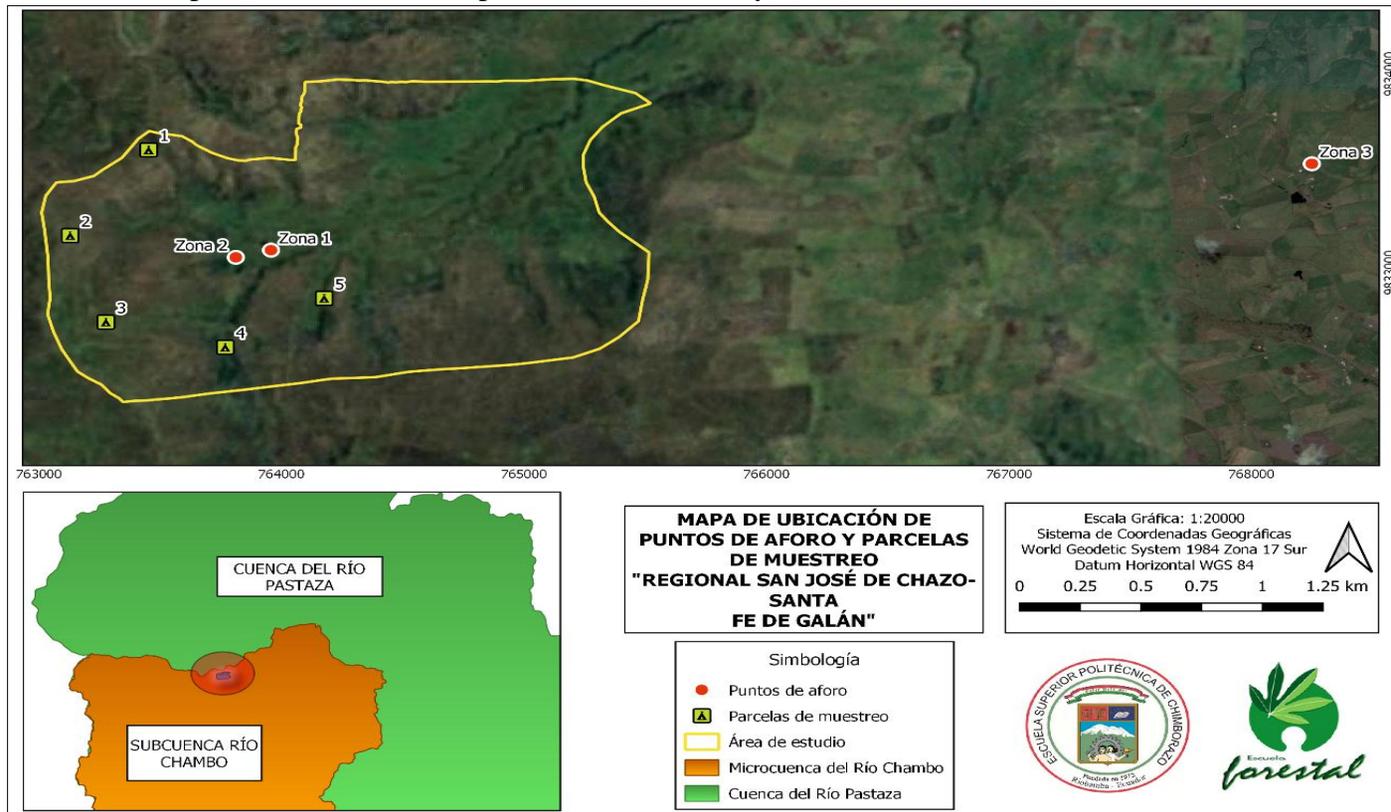
T = Tiempo (s)

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS Y ZONAS DE AFORO

Una vez realizada la georreferenciación y dibujado el polígono del área de estudio se ubicaron las parcelas de muestreo y zonas de aforo, como se muestra en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Mapa de ubicación de las parcelas de muestreo y zonas de aforo.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

1. Ubicación de las parcelas y sub-parcelas de muestreo.

Establecidas las 5 parcelas de muestreo se tomó los puntos GPS en sus vértices, estos se encuentran en coordenadas UTM, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas de las parcelas y sub-parcelas de muestreo.

Punto	X	Y
P1 1	763458	9833692
P1 2	763458	9833688
P1 3	763452	9833691
P1 4	763449	9833698
P2 1	763060	9833209
P2 2	763072	9833212
P2 3	763069	9833199
P2 4	763056	9833201
P3 1	763275	9832750
P3 2	763273	9832746
P3 3	763278	9832740
P3 4	763285	9832744
P4 1	763602	9832732
P4 2	763605	9832736
P4 3	763608	9832740
P4 4	763606	9832733
P5 1	763825	9832866
P5 2	763822	9832866
P5 3	763819	9832862
P5 4	763823	9832859

Elaborado por: (Murillo, 2019).

2. Ubicación de las zonas de aforo.

Se establecieron 3 zonas de aforo, las cuales se registraron con el GPS en coordenadas UTM, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Coordenadas de las zonas de aforo.

Zona	X	Y
ZONA 1 (Vertiente)	763956	9833112
ZONA 2 (Reservorio 1)	763811	9833076
ZONA 3 (Reservorio de cloración)	768249	9833547

Elaborado por: (Murillo, 2019).

B. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA REGIONAL

1. Especies registradas en el área de estudio.

En el presente estudio se registró las especies vegetales que fueron recolectadas de las 20 sub-parcelas de 1m², las cuales estuvieron distribuidas en las 5 parcelas de muestreo de 5m x 5m. Se recolectó 29 muestras de plantas vasculares terrestres, correspondiendo a 18 familias botánicas, 26 géneros y 29 especies, también se recolectó 1 musgo y 1 líquen de familia, género y especie no identificados lo cual suma un total de 31 muestras vegetales (Cuadro 3), mismas que han sido previamente identificadas en el Herbario de la ESPOCH.

Cuadro 3. Vegetación registrada.

No.	Familia	Nombre científico	Ge.	Sp.	No. Individuos
1	Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex</i>	1	1	13
2		<i>Lasiocephalus ovatus Schltdl.</i>			11
3	Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	3	3	94
4		<i>Werneria</i>			12
5		<i>Valeriana plantaginea Kunth</i>			3
6	Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida (Raiz & Pav.) RVdb.</i>	1	3	9
7		<i>Valeriana microphylla</i>			8
8	Caryophyllaceae	<i>Drymania</i>	1	1	11
9	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	1	1	8
10	Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	2	2	15
11		<i>Vaccinium cf. floribundum</i>			45

No.	Familia	Nombre científico	Ge.	Sp.	No. Individuos
12	Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	2	2	8
13		<i>Trifolium repens L.</i>			18
14	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>			16
15		<i>Gentianella sp.</i>	3	3	46
16		<i>Halenia weddeliana Gilg.</i>			3
17	Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	1	2	15
18		<i>Geranium laxicaute</i>			91
19	Grossulariaceae	<i>Ribes andicola Jancz.</i>	1	1	3
20	Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium Juss.</i>	1	1	7
21	Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	1	1	8
22	Plantaginaceae	<i>Plantago australis Lam.</i>	1	1	3
23	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl)</i>	2	2	1153
24		<i>Festuca sp.</i>			21
25	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa (Humb. & Bonpl. Ex</i>	1	1	3
26	Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	1	1	19
27	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.</i>	1	1	5
28	Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	2	2	2
29		<i>Lachemilia orbiculata (Ruiz & Pav.)</i>			1081
30	Liquen	<i>Indeterminada</i>	1	1	71
31	Musgo	<i>Indeterminada</i>	1	1	2497
TOTAL			26	29	5299

Ge.= Género; Sp.= Especie

Elaborado por: (Murillo, 2019).

a. Descripción parcela de muestreo uno.

En el Cuadro 4, se detalló lo obtenido en la parcela de muestreo uno, ahí se registró 8 familias, 10 géneros y 10 especies. Las familias Asteraceae y Gentianaceae presentaron 2 géneros y 2 especies cada una. Las familias restantes están representadas por 1 género y 1 especie, *Gentianella sp.*, registró la mayor cobertura con 0,670 m². *Gentiana sedifolia Kunth* presentó la menor cobertura con 0,030 m². El mayor número de individuos lo

presentó *Lachemilia orbiculata* con 927 individuos, siendo el más numeroso, seguido de *Geranium laxicaute* con 68 individuos; mientras que *Gentiana sedifolia Kunth.*, fue la menos numerosa con apenas 2 individuos.

Cuadro 4. Vegetación registrada en la parcela de muestreo uno.

Familia	Especie	Sp./Fam.	Ge./Fam.	Individuos	Cobertura m ²
Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus</i> <i>Schltl.</i>	2	2	8	0,090
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>			25	0,050
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	1	1	8	0,070
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	1	1	12	0,250
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	2	2	32	0,670
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>			2	0,030
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	1	1	68	0,325
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> <i>(J. Presl) Steud.</i>	1	1	15	0,135
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	1	1	6	0,050
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	1	1	927	0,113

Ge.= Género; Sp.= Especie; Fam= Familia.

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados coinciden con Bayas (2015), quien concuerda con Caranqui *et al.*, (2016), el cual afirma que en los páramos de Ecuador las familias Asteraceae y Poaceae son las familias con mayor dominancia en páramos de Chimborazo, seguidas por las familias Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, las cuales ocupan lugares de importancia en otras localidades.

b. Descripción parcela de muestreo dos.

En el Cuadro 5, se registró lo obtenido en la parcela de muestreo dos con 8 familias, 11 géneros y 11 especies. Las familias Ericaceae, Gentianaceae y Poaceae presentaron 2 géneros y 2 especies cada una. Las familias restantes estuvieron representadas por 1 género y 1 especie cada una. Además *Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.*, registró la mayor cobertura con 0,450 m², mientras que *Disterigma empetrifolium (Kanth)* presentó la menor cobertura con 0,020 m². El mayor número de individuos lo presentó *Calamagrostis*

intermedia (J. Presl) Steud., con 1111 individuos, seguido del Musgo con 30 individuos y la especie con menor número de individuos fue *Polylepis racemosa* con apenas 2 individuos.

Cuadro 5. Vegetación registrada en la parcela de muestreo dos.

Familia	Especie	Sp./Fam.	Ge./Fam.	Individuos	Cobertura m ²
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>			3	0,113
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kanth)	2	2	3	0,020
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	2	2	4	0,110
Gentianaceae	<i>Halenia weddeliana Gilg.</i>			3	0,030
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	1	1	6	0,040
Liquen	<i>Indeterminada</i>	1	1	8	0,110
Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd)	1	1	3	0,060
Musgo	<i>Indeterminada</i>	1	1	30	0,124
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	2	2	1111	0,450
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>			5	0,110
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	1	1	2	0,102

Ge.= Género; Sp.= Especie; Fam= Familia.

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados coinciden con Bayas (2015), quien concuerda con Caranqui *et al.*, (2016), el cual afirma que en los páramos de Ecuador las familias Asteraceae y Poaceae son las familias con mayor dominancia en páramos de Chimborazo, seguidas por las familias Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, las cuales ocupan lugares de importancia en otras localidades.

c. Descripción parcela de muestreo tres.

En el Cuadro 6, se registró lo obtenido en la parcela de muestreo tres con 13 familias, 18 géneros y 18 especies. Las familias Asteraceae, Caprifoliaceae, Ericaceae, Gentianaceae y Poaceae presentaron 2 géneros y 2 especies cada una. Las familias restantes presentaron 1

género y 1 especie cada una. Además *Trifolium repens L* y Liquen presentaron mayor cobertura con 0,114 m² cada una, mientras que *Werneria* presentó menor cobertura con 0,020 m²; a su vez el Musgo presentó el mayor número de individuos con 783, seguido de *Lachemilia orbiculata* con 88 individuos y la especie con menor cantidad de individuos fue *Festuca sp.*, con 3 individuos.

Cuadro 6. Vegetación registrada en la parcela de muestreo tres.

Familia	Especie	Sp./Fam.	Ge./Fam.	Individuos	Cobertura m ²
Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	1	1	10	0,050
Asteraceae	<i>Werneria</i>	2	2	6	0,020
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>			8	0,057
Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida (Raiz & Pav.) RVdb.</i>	2	2	9	0,050
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>			8	0,040
Caryophyllaceae	<i>Drymania</i>	1	1	11	0,075
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>			10	0,104
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	2	2	7	0,040
Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	1	1	9	0,114
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	2	2	5	0,030
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>			6	0,040
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	1	1	6	0,063
Liquen	<i>Indeterminada</i>	1	1	17	0,114
Musgo	<i>Indeterminada</i>	1	1	783	0,050
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	2	2	5	0,089
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>			3	0,067
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.</i>	1	1	5	0,056
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	1	1	88	0,079

Ge.= Género; Sp.= Especie; Fam= Familia.

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados coinciden con Bayas (2015), quien concuerda con Caranqui *et al.*, (2016), el cual afirma que en los páramos de Ecuador las familias Asteraceae y Poaceae son las familias con mayor dominancia en páramos de Chimborazo, seguidas por las familias Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, las cuales ocupan lugares de importancia en otras localidades.

d. Descripción parcela de muestreo cuatro.

En el Cuadro 7, se registró lo obtenido en la parcela de muestreo cuatro con 13 familias, 16 géneros y 16 especies. Las familias Asteraceae, Ericaceae y Gentianaceae presentaron 2 géneros y 2 especies cada una. Las familias restantes presentaron 1 género y 1 especie. A su vez *Ribes andicola* Jancz. y *Lachemilia orbiculata* presentaron mayor cobertura con 0,357 m² y 0,367 m² respectivamente; mientras que *Werneria* y *Gentiana sedifolia* Kunth., presentaron menor cobertura con 0,030 m² cada una. La especie con mayor número de individuos fue el Musgo con 786 individuos, seguido del *Displostephium sp.*, con 54 individuos y quienes presentaron menor número de individuos fueron *Valeriana plantaginea* Kunth, *Ribes andicola* Jancz y *Epilobium denticulatum* con 3 individuos cada una.

Cuadro 7. Vegetación registrada en la parcela de muestreo cuatro.

Familia	Especie	Sp./Fam.	Ge./Fam.	Individuos	Cobertura m ²
Asteraceae	<i>Werneria</i>	2	2	6	0,030
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>			54	0,285
Caprifoliaceae	<i>Valeriana plantaginea</i>	1	1	3	0,040
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>			15	0,115
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kanth)	2	2	5	0,060
Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	1	1	8	0,077
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth.	2	2	9	0,030
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>			4	0,040
Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	1	1	15	0,078
Grossulariaceae	<i>Ribes andicola</i> Jancz.	1	1	3	0,357

Familia	Especie	Sp./Fam.	Ge./Fam.	Individuos	Cobertura m ²
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	1	1	7	0,057
Liquen	<i>Indeterminada</i>	1	1	34	0,058
Musgo	<i>Indeterminada</i>	1	1	786	0,053
Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	1	1	3	0,050
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	1	1	6	0,040
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	1	1	27	0,367

Ge.= Género; Sp.= Especie; Fam= Familia.

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados coinciden con Bayas (2015), quien concuerda con Caranqui *et al.*, (2016), el cual afirma que en los páramos de Ecuador las familias Asteraceae y Poaceae son las familias con mayor dominancia en páramos de Chimborazo, seguidas por las familias Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, las cuales ocupan lugares de importancia en otras localidades.

e. Descripción parcela de muestreo cinco.

En el Cuadro 8, se registró lo obtenido en la parcela de muestreo cinco con 12 familias, 14 géneros y 14 especies. Las familias Asteraceae y Poaceae presentaron 2 géneros y 2 especies. Las familias restantes presentaron 1 género y 1 especie cada una. Además *Pellaea ternifolia* presentó la mayor cobertura con 0,267 m², seguido de *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud., con 0,256 m²; mientras que *Lasiocephalus ovatus* Schldl. presentó menor cobertura con 0,030 m², seguido de *Lachemilia orbiculata* con 0,040 m². La especie que presentó mayor cantidad de individuos fue el Musgo con 898, mientras que *Daucus montanus* Humb et Bonpl. ex spreng, *Lasiocephalus ovatus* Schldl. y *Plantago australis* Lam., fueron las que registraron menor cantidad de individuos con apenas 3.

Cuadro 8. Vegetación registrada en la parcela de muestreo cinco.

Familia	Especie	Sp./Fam.	Ge./Fam.	Individuos	Cobertura m ²
Apiaceae	<i>Daucus montanus</i> Humb et Bonpl. ex spreng	1	1	3	0,050

Familia	Especie	Sp./Fam.	Ge./Fam.	Individuos	Cobertura m ²
Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus</i> <i>Schlttdl.</i>	2	2	3	0,030
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>			7	0,115
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	1	1	5	0,056
Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	1	1	9	0,074
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	1	1	11	0,117
Liquen	<i>Indeterminada</i>	1	1	12	0,080
Musgo	<i>Indeterminada</i>	1	1	898	0,079
Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	1	1	5	0,060
Plantaginaceae	<i>Plantago australis Lam.</i>	1	1	3	0,060
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> <i>(J. Presl) Steud.</i>	2	2	22	0,256
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>			7	0,118
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	1	1	13	0,267
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	1	1	39	0,040

Ge.= Género; Sp.= Especie; Fam= Familia.

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados coinciden con Bayas (2015), quien concuerda con Caranqui *et al.*, (2016), el cual afirma que en los páramos de Ecuador las familias Asteraceae y Poaceae son las familias con mayor dominancia en páramos de Chimborazo, seguidas por las familias Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, las cuales ocupan lugares de importancia en otras localidades.

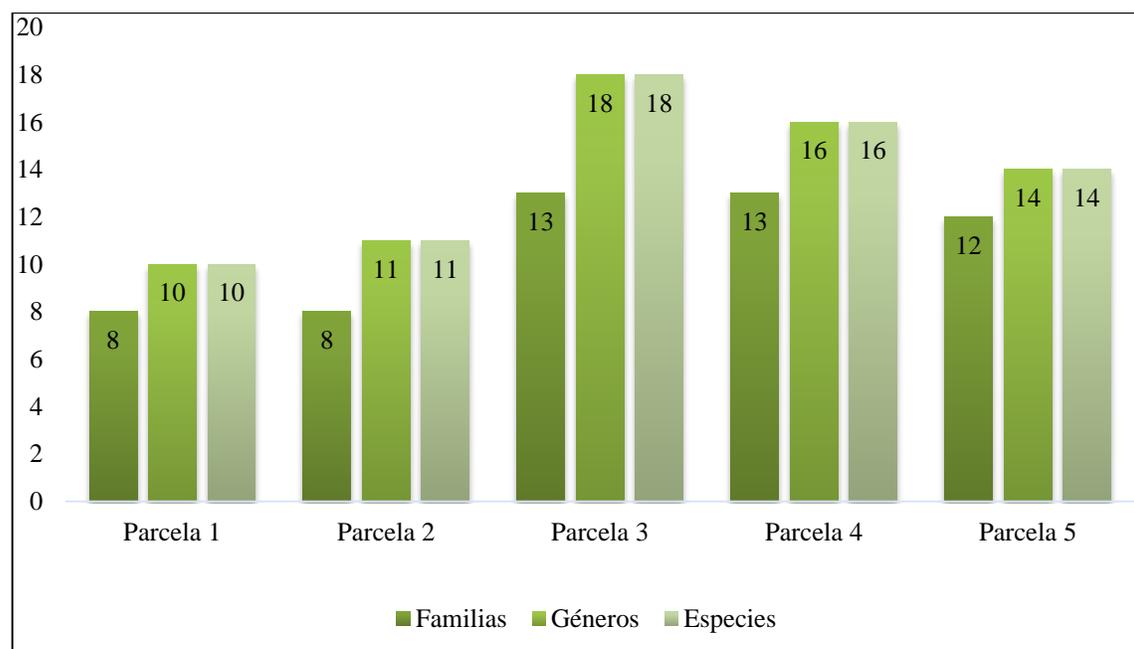
Cuadro 9. Resumen de la composición florística de las 5 parcelas de muestreo.

Parcelas	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
Familias	8	8	13	13	12
Géneros	10	11	18	16	14
Especies	10	11	18	16	14

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Caranqui *et al.*, (2016), menciona que la presencia de un mayor o menor número de especies está influenciado tal vez por el estado de conservación de los páramos o por el grado de intervención de estos tipos de vegetación. Así en los resultados obtenidos se distingue que la Parcela de muestreo 3 es la que mayor riqueza posee con 13 familias, 18 géneros y 18 especies, seguida de la Parcela de muestreo 4 con 13 familias, 16 géneros y 16 especies, como se indica en el Cuadro 9 y Gráfico 3. Por otro lado la Parcela de muestreo 1 presenta 8 familias, 10 géneros y 10 especies siendo la parcela con menos diversidad en comparación con la Parcela de muestreo 3, esto podría deberse a que en el área de estudio hay la presencia de ganado bravo. No obstante la Parcela de muestreo 2 también presenta 8 familias pero el número de especies es mayor que la Parcela de muestreo 1 y la Parcela de muestreo 5 presenta una diversidad media ya que registró 12 familias, 14 géneros y 14 especies, lo cual reafirma lo mencionado por Caranqui *et al.*, (2016), a mayor conservación mayor diversidad. Cabe recalcar que dicha área de estudio se encuentra en un programa de recuperación del páramo por parte de la Regional ya que anteriormente este sitio estaba en proceso de degradación por actividades antrópicas.

Gráfico 3. Composición florística por parcela de muestreo.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

C. DIVERSIDAD FLORÍSTICA A TRAVÉS DE ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI) POR ESPECIE Y FAMILIA E ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER, SIMPSON, SORENSEN Y PORCENTAJE DE SIMILITUD ENTRE PARCELAS.

1. Índice de valor de importancia (IVI) de especies.

a. Descripción parcela de muestreo uno.

En la parcela de muestreo uno la especie con mayor índice de valor de importancia fue *Lachemilia orbiculata* con 35,46%, que pertenece a la familia Rosaceae, como se indica en el Cuadro 10. Mientras que la especie que registró menor índice de valor de importancia fue *Gentiana sedifolia Kunth.* con 1,95%.

Cuadro 10. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo uno.

Familia	Especie	Frecuencia relativa %	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	IVI/ Sp.
Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus Schltld.</i>	12,00	0,73	5,05	5,92
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	8,00	2,27	2,80	4,36
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	8,00	0,73	3,93	4,22
Ericaceae	<i>Vaccinium cf.</i>	12,00	1,09	14,02	9,04
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	8,00	2,90	37,58	16,16
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	4,00	0,18	1,68	1,95
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	16,00	6,17	18,23	13,46
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	12,00	1,36	7,57	6,98
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	4,00	0,54	2,80	2,45
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	16,00	84,04	6,34	35,46
		100,00	100,00	100,00	100,00

Elaborado por: (Murillo, 2019).

En comparación con el estudio de Bayas (2015), estos datos no se asemejan a sus resultados esto puede deberse a la ubicación de las parcelas, ya que pueden ser de gran influencia entre un estudio y otro.

b. Descripción parcela de muestreo dos.

En la parcela de muestreo dos la especie con mayor índice de valor de importancia fue *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. con 47,10%, como se indica en el Cuadro 11. Mientras que la especie que registró menor índice de valor de importancia fue *Halenia weddeliana* Gilg. con 2,15%.

Cuadro 11. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo dos.

Familia	Especie	Frecuencia Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/ Sp.
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	7,69	0,25	8,90	5,62
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kanth)	7,69	0,25	1,58	3,17
Gentianaceae	<i>Gentianella</i> sp.	11,54	0,34	8,67	6,85
Gentianaceae	<i>Halenia weddeliana</i> Gilg.	3,85	0,25	2,36	2,15
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	7,69	0,51	3,15	3,78
Liquen	<i>Indeterminada</i>	15,38	0,68	8,67	8,24
Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd)	7,69	0,25	4,73	4,23
Musgo	<i>Indeterminada</i>	11,54	2,55	9,77	7,95
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	11,54	94,31	35,46	47,10
Poaceae	<i>Festuca</i> sp.	7,69	0,42	8,67	5,59
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	7,69	0,17	8,04	5,30
		100,00	100,00	100,00	100,00

Elaborado por: (Murillo, 2019).

En comparación con el estudio de Bayas (2015), estos datos no se asemejan a sus resultados esto puede deberse a la ubicación de las parcelas, ya que pueden ser de gran influencia entre un estudio y otro.

c. Descripción parcela de muestreo tres.

En la parcela de muestreo tres la especie con mayor índice de valor de importancia fue Musgo (*indeterminada*) con 31,00%, como se indica en el Cuadro 12. Mientras que la especie que registró menor índice de valor de importancia fue *Werneria*. con 1,62%.

Cuadro 12. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo tres.

Familia	Especie	Frecuencia Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/ Sp.
Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	7,50	1,00	4,39	4,30
Asteraceae	<i>Werneria</i>	2,50	0,60	1,76	1,62
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	5,00	0,80	5,01	3,60
Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida (Raiz & Pav.) RVdb.</i>	5,00	0,90	4,39	3,43
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	5,00	0,80	3,51	3,11
Caryophyllaceae	<i>Drymania</i>	5,00	1,10	6,59	4,23
Ericaceae	<i>Vaccinium cf.</i>	5,00	1,00	9,14	5,05
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	7,50	0,70	3,51	3,91
Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	5,00	0,90	10,02	5,31
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	2,50	0,50	2,64	1,88
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	5,00	0,60	3,51	3,04
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	5,00	0,60	5,54	3,71
Liquen	<i>Indeterminada</i>	7,50	1,71	10,02	6,41
Musgo	<i>Indeterminada</i>	10,00	78,61	4,39	31,00
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	7,50	0,50	7,82	5,27
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	5,00	0,30	5,89	3,73
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.</i>	2,50	0,50	4,92	2,64
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	7,50	8,84	6,94	7,76
		100,00	100,00	100,00	100,00

Elaborado por: (Murillo, 2019).

En comparación con el estudio de Bayas (2015), estos datos no se asemejan a sus resultados esto puede deberse a la ubicación de las parcelas, ya que pueden ser de gran influencia entre un estudio y otro.

d. Descripción parcela de muestreo cuatro.

En la parcela de muestreo cuatro la especie con mayor índice de valor de importancia fue Musgo (*indeterminada*) con 31,92%, como se indica en el Cuadro 13. Mientras que la especie que registró menor índice de valor de importancia fue *Werneria* con 1,85%.

Cuadro 13. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo cuatro.

Familia	Especie	Frecuencia Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/ Sp.
Asteraceae	<i>Werneria</i>	3,23	0,61	1,73	1,85
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	9,68	5,48	16,41	10,52
Caprifoliaceae	<i>Valeriana plantaginea Kunth</i>	3,23	0,30	2,30	1,94
Ericaceae	<i>Vaccinium cf.</i>	6,45	1,52	6,62	4,87
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	3,23	0,51	3,45	2,40
Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	6,45	0,81	4,43	3,90
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	6,45	0,91	1,73	3,03
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	3,23	0,41	2,30	1,98
Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	6,45	1,52	4,49	4,15
Grossulariaceae	<i>Ribes andicola Jancz.</i>	3,23	0,30	20,55	8,03
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium Juss.</i>	6,45	0,71	3,28	3,48
Liquen	<i>Indeterminada</i>	9,68	3,45	3,34	5,49
Musgo	<i>Indeterminada</i>	12,90	79,80	3,05	31,92
Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	3,23	0,30	2,88	2,14
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	6,45	0,61	2,30	3,12
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	9,68	2,74	21,13	11,18
		100,00	100,00	100,00	100,0

Elaborado por: (Murillo, 2019).

En comparación con el estudio de Bayas (2015), estos datos no se asemejan a sus resultados esto puede deberse a la ubicación de las parcelas, ya que pueden ser de gran influencia entre un estudio y otro.

e. Descripción parcela de muestreo cinco.

En la parcela de muestreo cinco la especie con mayor índice de valor de importancia fue Musgo (*indeterminada*) con 35,19%, como se indica en el Cuadro 14. Mientras que la especie que registró menor índice de valor de importancia fue *Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng* con 2,40%.

Cuadro 14. Valor de importancia de especies en la parcela de muestreo cinco.

Familia	Especie	Frecuencia Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/ Sp.
Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	3,33	0,29	3,57	2,40
Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus Schtdl.</i>	6,67	0,29	2,14	3,03
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	6,67	0,68	8,20	5,18
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	6,67	0,48	3,99	3,71
Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	6,67	0,87	5,28	4,27
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	10,00	1,06	8,35	6,47
Liquen	<i>Indeterminada</i>	6,67	1,16	5,71	4,51
Musgo	<i>Indeterminada</i>	13,33	86,60	5,63	35,19
Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	3,33	0,48	4,28	2,70
Plantaginaceae	<i>Plantago australis Lam.</i>	3,33	0,29	4,28	2,63
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	10,00	2,12	18,26	10,13
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	6,67	0,68	8,42	5,25
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	6,67	1,25	19,04	8,99
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	10,00	3,76	2,85	5,54
		100,00	100,00	100,00	100,00

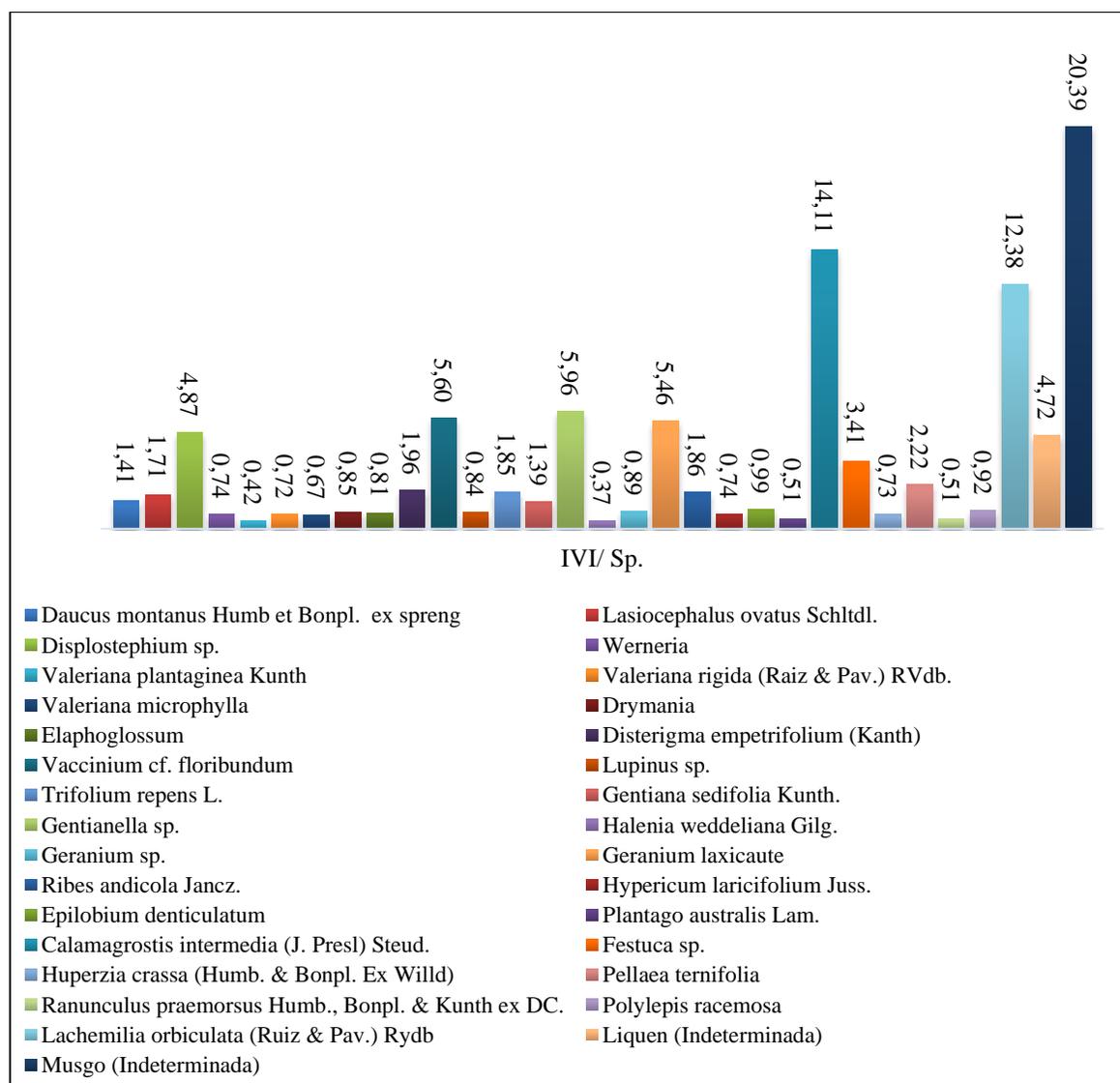
Elaborado por: (Murillo, 2019).

En comparación con el estudio de Bayas (2015), estos datos no se asemejan a sus resultados esto puede deberse a la ubicación de las parcelas, ya que pueden ser de gran influencia entre un estudio y otro.

2. Comparación del IVI de especies encontradas en la Regional.

En el Gráfico 4 se muestra la especie que sobresale con mayor índice de valor de importancia en la Regional, fue Musgo (*Indeterminada*) con un 20,39%, esto se debe a que la especie se encontraba en 4 de las 5 parcelas de muestreo, formando grandes cubiertas esponjosa sobre el suelo del páramo, la especie *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud., ocupó el segundo lugar como especie predominante con 14,11% debido a que también se encontraba en 4 de las 5 parcelas de muestreo y en tercer lugar tenemos a *Lachemilia orbiculata* (Ruiz. & Pav.) Rydb como especie dominante de este ecosistema con 12,38%. Mientras que la especie *Halenia weddeliana* Gilg. fue la que menor índice de valor de importancia presentó con un 0,37% esto se debe a que presentó menor cantidad de individuos; seguida por otras especies registradas en este ecosistema.

Gráfico 4. IVI de especies encontradas en la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Hofstede *et al.*, (2003), quien menciona que en pendientes fuertes las plantas más tenaces sobreviven como líquenes y musgos. Además en el estudio de Caranqui *et al.*, (2016), se menciona que las especies mencionadas en los resultados son propias de los páramos de pajonal.

3. Índice de valor de importancia (IVI) de familias.

a. Descripción parcela de muestreo uno.

El IVI por familia está dado por la sumatoria de la Frecuencia relativa, Densidad relativa y la Dominancia relativa.

Según el Cuadro 15, la familia que presentó mayor índice de valor de importancia fue Rosaceae con 33,46%, mientras que la familia que presentó menor índice de valor de importancia fue Pteridaceae con 4,45%.

Cuadro 15. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo uno.

Familia	Individuos	Especies	Cob. m ²	Frec. Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/Familia
Asteraceae	33	2	0,14	20,00	2,99	7,85	10,28
Dryopteridace	8	1	0,07	10,00	0,73	3,93	4,88
Ericaceae	12	1	0,25	10,00	1,09	14,02	8,37
Gentianaceae	34	2	0,70	20,00	3,08	39,26	20,78
Geraniaceae	68	1	0,32	10,00	6,17	18,23	11,46
Poaceae	15	1	0,13	10,00	1,36	7,57	6,31
Pteridaceae	6	1	0,05	10,00	0,54	2,80	4,45
Rosaceae	927	1	0,11	10,00	84,04	6,34	33,46
				100,00	100,00	100,00	100,00

Cob.= Cobertura; Frec.= Frecuencia

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados no concuerdan con el estudio realizado por Caranqui *et al.*, (2016), quien afirma que las familias más representativas son Poaceae, Asteraceae y Geraniaceae por tener la mayor cantidad de especies, esto puede deberse a que el área de estudio se encuentra en proceso de recuperación.

b. Descripción parcela de muestreo dos.

El IVI por familia está dado por la sumatoria de la Frecuencia relativa, Densidad relativa y la Dominancia relativa.

Según el Cuadro 16, el mayor índice de valor de importancia lo presentó la familia Poaceae con 52,35%, mientras que la familia que presentó menor índice de valor de importancia fue Geraniaceae con 4,25%.

Cuadro 16. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo dos.

Familia	Individuos	Especies	Cob. m ²	Frec. Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/Familia
Ericaceae	6	2	0,133	18,18	0,51	10,48	9,72
Gentianaceae	7	2	0,140	18,18	0,59	11,03	9,94
Geraniaceae	6	1	0,040	9,09	0,51	3,15	4,25
Liquen	8	1	0,110	9,09	0,68	8,67	6,15
Lycopodiaceae	3	1	0,060	9,09	0,25	4,73	4,69
Musgo	30	1	0,124	9,09	2,55	9,77	7,14
Poaceae	1116	2	0,560	18,18	94,74	44,13	52,35
Rosaceae	2	1	0,102	9,09	0,17	8,04	5,77
				100,00	100,00	100,00	100,00

Cob.= Cobertura; Frec.= Frecuencia

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Caranqui *et al.*, (2016), quien afirma que las familias más representativas son Poaceae, Asteraceae y Geraniaceae por tener la mayor cantidad de especies.

c. Descripción parcela de muestreo tres.

El IVI por familia está dado por la sumatoria de la Frecuencia relativa, Densidad relativa y la Dominancia relativa.

Según el Cuadro 17, el mayor índice de valor de importancia lo presentó el Musgo con 29,52%, mientras que las familias que presentaron menor índice de valor de importancia fueron Apiaceae y Ranunculaceae con 3,65% y 3,66% respectivamente.

Cuadro 17. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo tres.

Familia	Individuos	Especies	Cob. m ²	Frec. Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/ Familia
Apiaceae	10	1	0,050	5,56	1,00	4,39	3,65
Asteraceae	14	2	0,077	11,11	1,41	6,77	6,43
Caprifoliaceae	17	2	0,090	11,11	1,71	7,91	6,91
Caryophyllaceae	11	1	0,075	5,56	1,10	6,59	4,42
Ericaceae	17	2	0,144	11,11	1,71	12,65	8,49
Fabaceae	9	1	0,114	5,56	0,90	10,02	5,49
Gentianaceae	11	2	0,070	11,11	1,10	6,15	6,12
Geraniaceae	6	1	0,063	5,56	0,60	5,54	3,90
Liquen	17	1	0,114	5,56	1,71	10,02	5,76
Musgo	783	1	0,050	5,56	78,61	4,39	29,52
Poaceae	8	2	0,156	11,11	0,80	13,71	8,54
Ranunculaceae	5	1	0,056	5,56	0,50	4,92	3,66
Rosaceae	88	1	0,079	5,56	8,84	6,94	7,11
			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Cob.= Cobertura; Frec.= Frecuencia

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Esto concuerda con lo expuesto por Luteyn (1999), en la Tabla 1., acerca de las familias más diversas en géneros y especies de los páramos.

d. Descripción parcela de muestreo cuatro.

El IVI por familia está dado por la sumatoria de la Frecuencia relativa, Densidad relativa y la Dominancia relativa.

Según el Cuadro 18, el mayor índice de valor de importancia lo presentó Musgo con 29,70%, mientras que la familia que presentó menor índice de valor de importancia fue Caprifoliaceae con 2,95%.

Cuadro 18. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo cuatro.

Familia	Individuos	Especies	Cob. m ²	Frec. Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/ Familia
Asteraceae	60	2	0,315	12,50	6,09	18,13	12,24
Caprifoliaceae	3	1	0,040	6,25	0,30	2,30	2,95
Ericaceae	20	2	0,175	12,50	2,03	10,07	8,20
Fabaceae	8	1	0,077	6,25	0,81	4,43	3,83
Gentianaceae	13	2	0,070	12,50	1,32	4,03	5,95
Geraniaceae	15	1	0,078	6,25	1,52	4,49	4,09
Grossulariaceae	3	1	0,357	6,25	0,30	20,55	9,04
Hypericaceae	7	1	0,057	6,25	0,71	3,28	3,41
Liquen	34	1	0,058	6,25	3,45	3,34	4,35
Musgo	786	1	0,053	6,25	79,80	3,05	29,70
Onagraceae	3	1	0,050	6,25	0,30	2,88	3,14
Poaceae	6	1	0,040	6,25	0,61	2,30	3,05
Rosaceae	27	1	0,367	6,25	2,74	21,13	10,04
			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Cob.= Cobertura; Frec.= Frecuencia

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Esto concuerda con lo expuesto por Luteyn (1999) en la Tabla 1., acerca de las familias más diversas en géneros y especies de los páramos.

e. Descripción parcela de muestreo cinco.

El IVI por familia está dado por la sumatoria de la Frecuencia relativa, Densidad relativa y la Dominancia relativa.

Según el Cuadro 19, el mayor índice de valor de importancia lo presentó Musgo con 33,12%, mientras que la familia que presentó menor índice de valor de importancia fue Apiaceae con 3,67%.

Cuadro 19. Valor de importancia de familias en la parcela de muestreo cinco.

Familia	Individuos	Especies	Cob. m ²	Frec. Relativa %	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	IVI/Familia
Apiaceae	3	1	0,050	7,14	0,29	3,57	3,67
Asteraceae	10	2	0,145	14,29	0,96	10,34	8,53
Ericaceae	5	1	0,056	7,14	0,48	3,99	3,87
Fabaceae	9	1	0,074	7,14	0,87	5,28	4,43
Geraniaceae	11	1	0,117	7,14	1,06	8,35	5,52
Liquen	12	1	0,080	7,14	1,16	5,71	4,67
Musgo	898	1	0,079	7,14	86,60	5,63	33,12
Onagraceae	5	1	0,060	7,14	0,48	4,28	3,97
Plantaginaceae	3	1	0,060	7,14	0,29	4,28	3,90
Poaceae	29	2	0,374	14,29	2,80	26,68	14,59
Pteridaceae	13	1	0,267	7,14	1,25	19,04	9,15
Rosaceae	39	1	0,040	7,14	3,76	2,85	4,59
			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Cob.= Cobertura; Frec.= Frecuencia

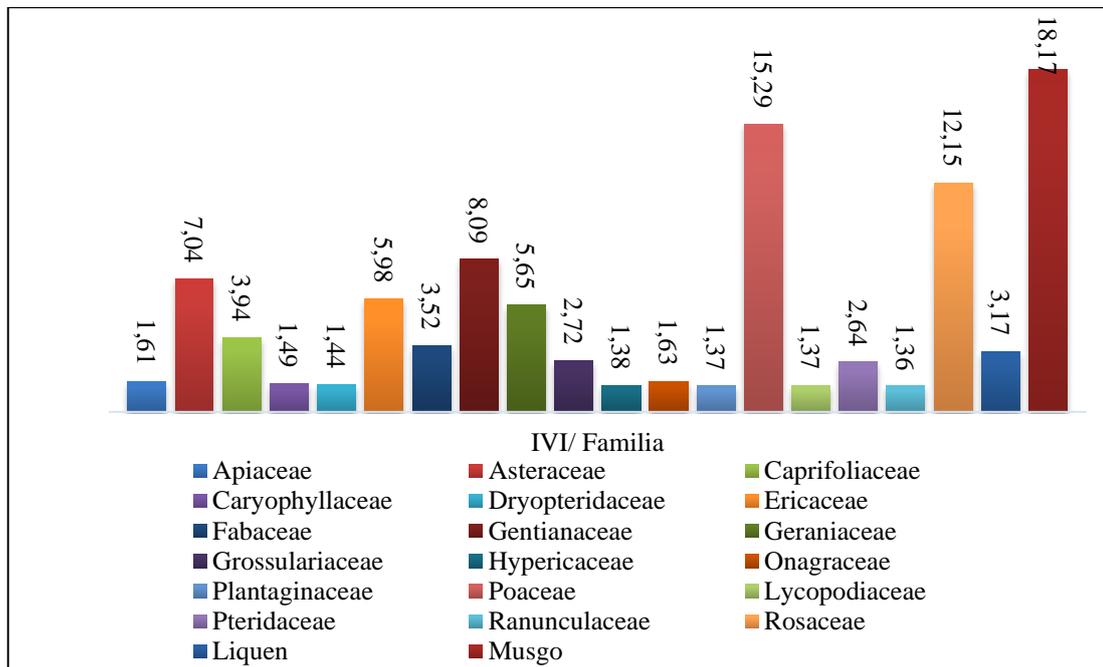
Elaborado por: (Murillo, 2019).

Esto concuerda con lo expuesto por Luteyn (1999), en la Tabla 1., acerca de las familias más diversas en géneros y especies de los páramos.

4. Comparación del IVI de familias encontradas en la Regional.

Según el Gráfico 5, la familia con mayor índice de valor de importancia fue Musgo (*Indeterminada*) con un valor de 18,17%, este se encuentra presente en 4 de las 5 parcelas de muestreo y en 15 de las 20 sub-parcelas de 1 m² que estuvieron en estudio, cabe recalcar que esto no disminuye la importancia de las demás familias; las familias Poaceae, Rosaceae, Gentianaceae y Asteraceae también presentan una dominancia en este ecosistema con valores de 15,29%, 12,15%, 8,09% y 7,04% respectivamente. Los índices de valor de importancia más bajos fueron para las familias Ranunculaceae, Plantaginaceae, Lycopodiaceae e Hypericaceae con 1,36%, 1,37%, 1,37% y 1,38% respectivamente.

Gráfico 5. IVI de familias encontradas en la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

Estos resultados concuerdan con OVACEN (2016), quien menciona que la vegetación del páramo es principalmente abierta dominada por vegetales perennes, plantas herbáceas, arbustos y árboles enanos, **musgos**, líquenes y ciertos pastos. Además se coincide Bayas (2015), quien concuerda con Pujos (2013), el cual afirma que en los páramos de Ecuador las familias más ricas en géneros y especies son: Asteraceae y Poaceae, seguidas por las familias Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, las cuales ocupan lugares de importancia en otras localidades.

Estos resultados evidenciaron que a pesar de utilizar la misma metodología que otros autores, estos pueden variar debido a la ubicación de las parcelas, período de estudio, grado de conservación que tenga el páramo y actividades antrópicas.

5. Índice Shannon-Weaver.

El Cuadro 20 y el Gráfico 6, muestran los resultados obtenidos en las 5 parcelas de muestreo, donde se presenta una alta diversidad en las parcelas de muestreo 3 y 4 con valores de 1,00 y 0,96 respectivamente, de acuerdo a la Tabla 2 de interpretación

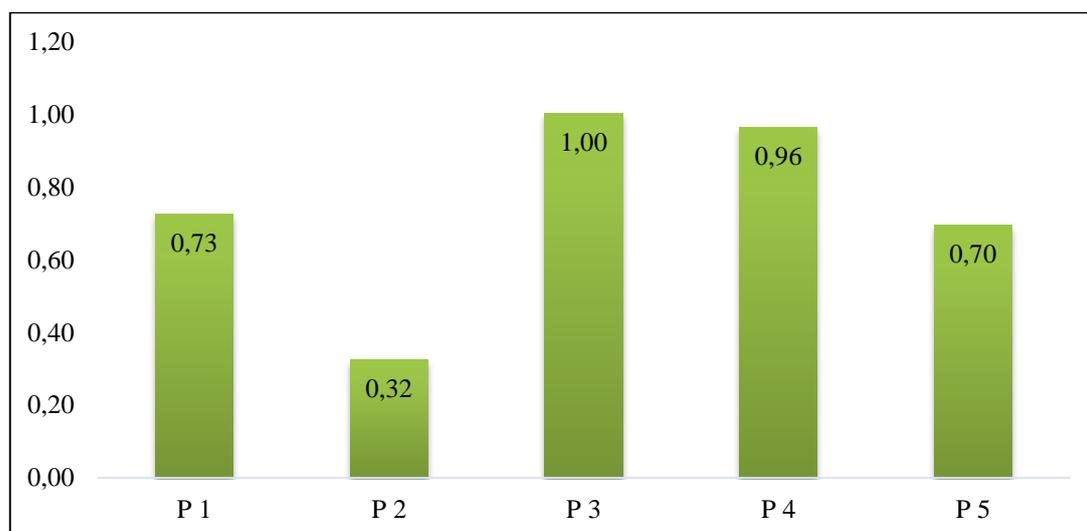
mencionada por Ordoñez *et al.*, (2009) citado por Bayas (2015); lo que nos da a entender que dichas parcelas presentan mayor riqueza dentro de la zona de estudio. Mientras que la parcela de muestreo 2 arrojó una diversidad baja de acuerdo a la Tabla 2 con un valor de 0,32. Las parcelas de muestreo 1 y 5 mostraron una diversidad media de acuerdo a la Tabla 2 con valores de 0,73 y 0,70 respectivamente.

Cuadro 20. Índice de Shannon-Weaver en las cinco parcelas de muestreo.

No. Parcela	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1	0,73	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 2	0,32	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 3	1,00	0,76 - 1,00	Diversidad alta
P 4	0,96	0,76 - 1,00	Diversidad alta
P 5	0,70	0,36 - 0,75	Diversidad media

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Gráfico 6. Índice de Shannon-Weaver en las cinco parcelas de muestreo.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

6. Índice de Simpson.

Según el índice de Simpson ninguna de las 5 parcelas de muestreo de la zona de estudio registró diversidad alta pero si registraron una diversidad media encontrándose este resultado en las Parcelas de muestreo 3 y 4 con valores muy cercanos de 0,37 y 0,36, estos resultados coinciden en parte con el índice de diversidad de Shannon-Weaver ya

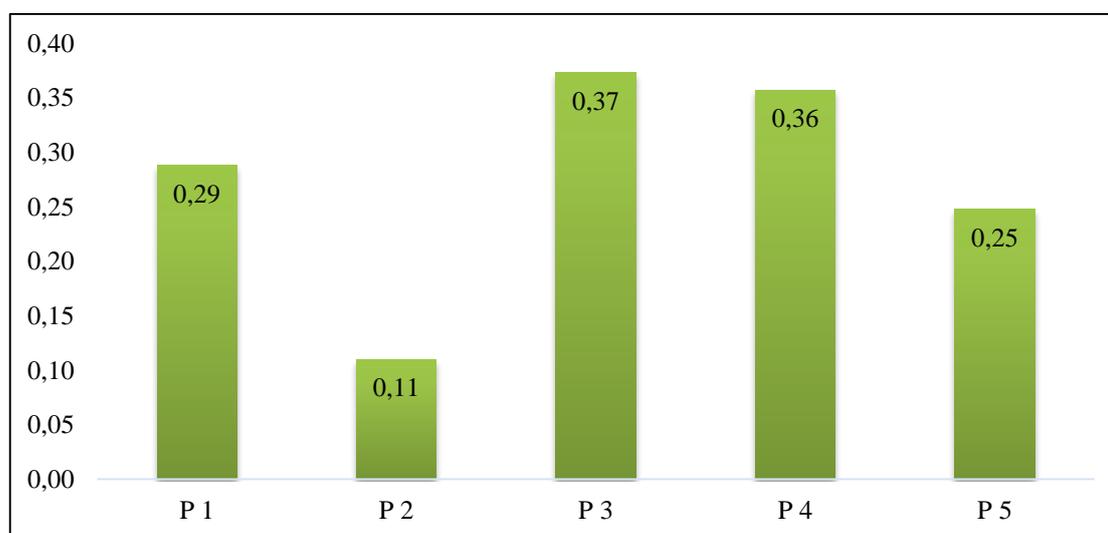
que estas parcelas fueron las que mayor diversidad obtuvieron; mientras que las Parcelas de muestreo 1, 2 y 5 registraron una diversidad baja con valores de 0,29, 0,11 y 0,25 respectivamente, como se indica en el Cuadro 21 y Gráfico 7. En promedio general se puede decir que la diversidad es baja, según la Tabla 2 de interpretación mencionada por Ordoñez *et al.*, (2009) citado por Bayas (2015). Estos resultados coinciden con lo observado en la zona de estudio.

Cuadro 21. Índice de Simpson en las cinco parcelas de muestreo.

No. Parcela	Valor	Valor	Interpretación
P 1	0,29	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 2	0,11	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 3	0,37	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 4	0,36	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 5	0,25	0,00 - 0,35	Diversidad baja

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Gráfico 7. Índice de Simpson en las cinco parcelas de muestreo.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

7. Porcentaje de similitud de acuerdo al índice de Sorensen de las cinco parcelas de muestreo.

El índice de Sorensen muestra la similitud entre las parcelas de muestreo, los resultados mostraron que las cinco parcelas de muestreo son medianamente similares, como se indica en el Cuadro 22 y Gráfico 8. La Parcela de muestreo 3 vs Parcela de muestreo 5

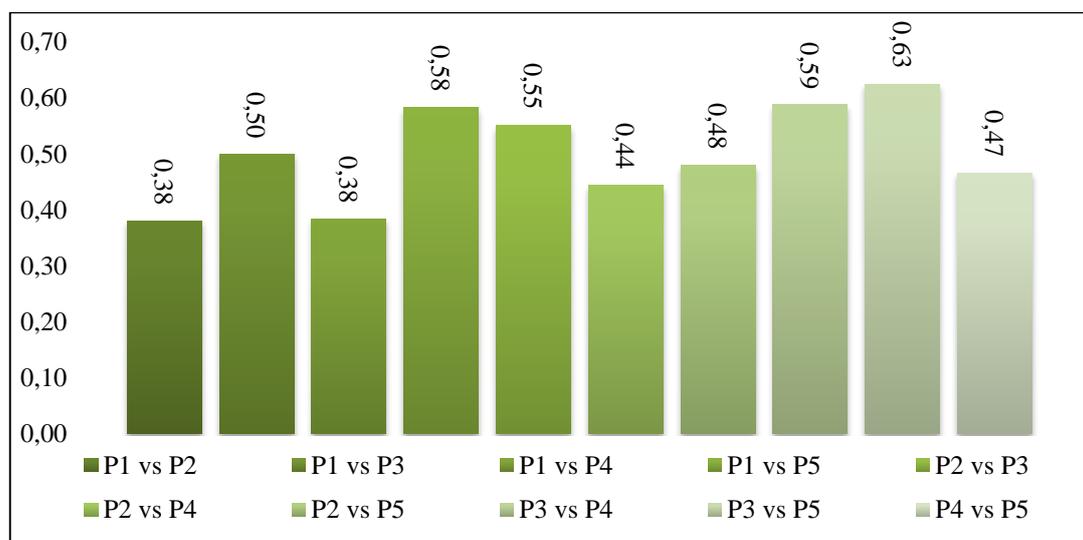
presentó una mayor similitud con 0,63 con 10 especies similares, la Parcela de muestreo 1 vs Parcela de muestreo 2 presentó el menor valor de similitud con 0,38 con 4 especies similares. Estos resultados indican que las especies registradas se pueden encontrar en toda la zona de estudio.

Cuadro 22. Similitud de acuerdo al índice de Sorensen de las cinco parcelas de muestreo.

N° - de Parcela	Especies comunes	Valor Calculado %	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1 vs P 2	4	38,10	0,38	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 1 vs P 3	7	50,00	0,50	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 1 vs P 4	5	38,46	0,38	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 1 vs P 5	7	58,33	0,58	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 2 vs P 3	8	55,17	0,55	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 2 vs P 4	6	44,44	0,44	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 2 vs P 5	6	48,00	0,48	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 3 vs P 4	10	58,82	0,59	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 3 vs P 5	10	62,50	0,63	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 4 vs P 5	7	46,67	0,47	0,36 - 0,70	Medianamente similares

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Gráfico 8. Similitud de acuerdo al índice de Sorensen de las cinco parcelas de muestreo.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

D. CAUDAL DE LA REGIONAL SAN JOSÉ DE CHAZO-SANTA FÉ DE GALÁN

1. Variación mensual del caudal total en cada zona de estudio.

En el Cuadro 23 se puede establecer la variación del caudal en el periodo de registro febrero – mayo de 2019, estableciéndose para: la zona 1 (Vertiente) de (6,48); (6,79); (6,87) y (7,59) L/s; la zona 2 (Reservorio 1) de (4,52); (5,16); (4,78) y (4,58) L/s; y la zona 3 (Reservorio de cloración) de (6,16); (8,45); (7,87) y (6,79) L/s. Según los resultados obtenidos se determinó un caudal medio mensual de 6,34 L/s.

Cuadro 23. Registro de caudal mensual y medio mensual.

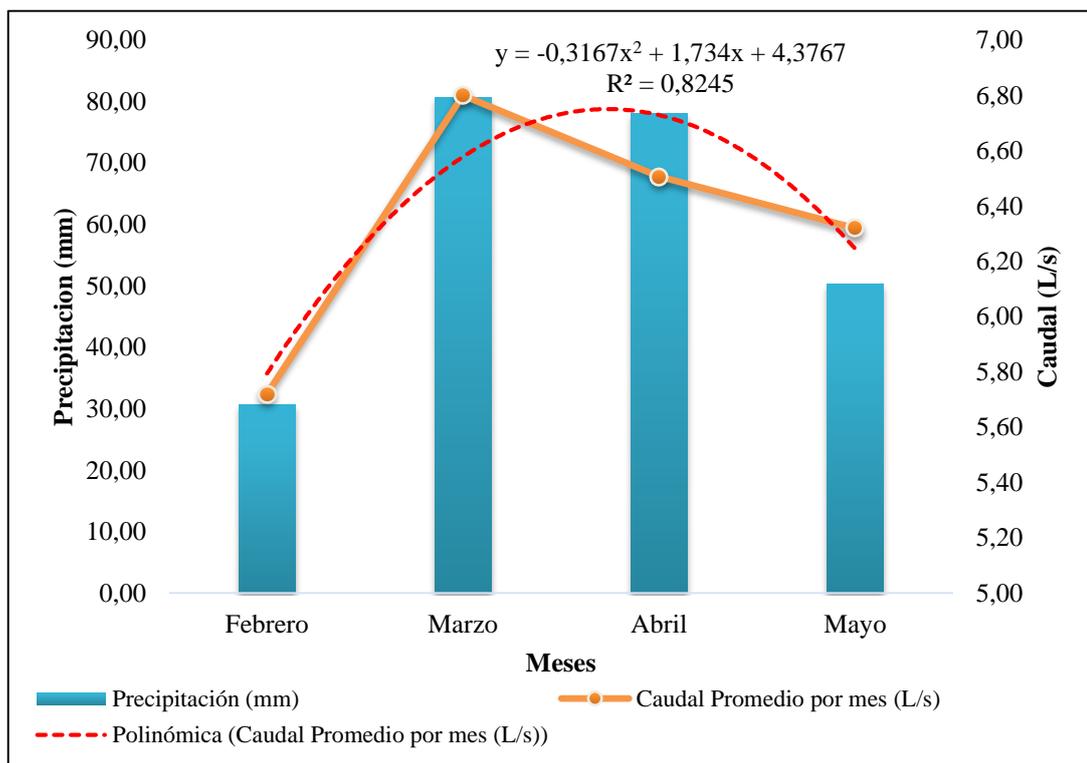
Zona	Registro mensual del caudal (L/s)				Caudal promedio /zona (L/s)	Caudal medio mensual (L/s)
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		
Zona 1 (Vertiente)	6,48	6,79	6,87	7,59	6,93	6,34
Zona 2 (Reservorio 1)	4,52	5,16	4,78	4,58	4,76	
Zona 3 (Reservorio de cloración)	6,16	8,45	7,87	6,79	7,32	
Caudal promedio/mes (L/s)	5,72	6,80	6,51	6,32		

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Para OVACEN (2016), los páramos son regiones estratégicas cuya función es la retención de agua y la regulación hídrica durante todo el año.

2. Relación precipitación y caudal en el período de registro.

En el Gráfico 9, se puede observar la relación entre precipitación y caudal, el máximo valor se presentó en el mes de marzo con un promedio de 6,80 L/s, correlacionado con el valor de precipitación que fue el más alto con 80,60 mm; mientras que el mes de febrero registró un menor promedio con 5,72 L/s, lo que coincide con su precipitación que fue de 30,70 mm. Además se puede observar que la curva de tendencia presenta una característica polinómica de segundo orden cuya correlación es de 0,82 existiendo una relación positiva, es decir a mayor precipitación existirá mayor caudal.

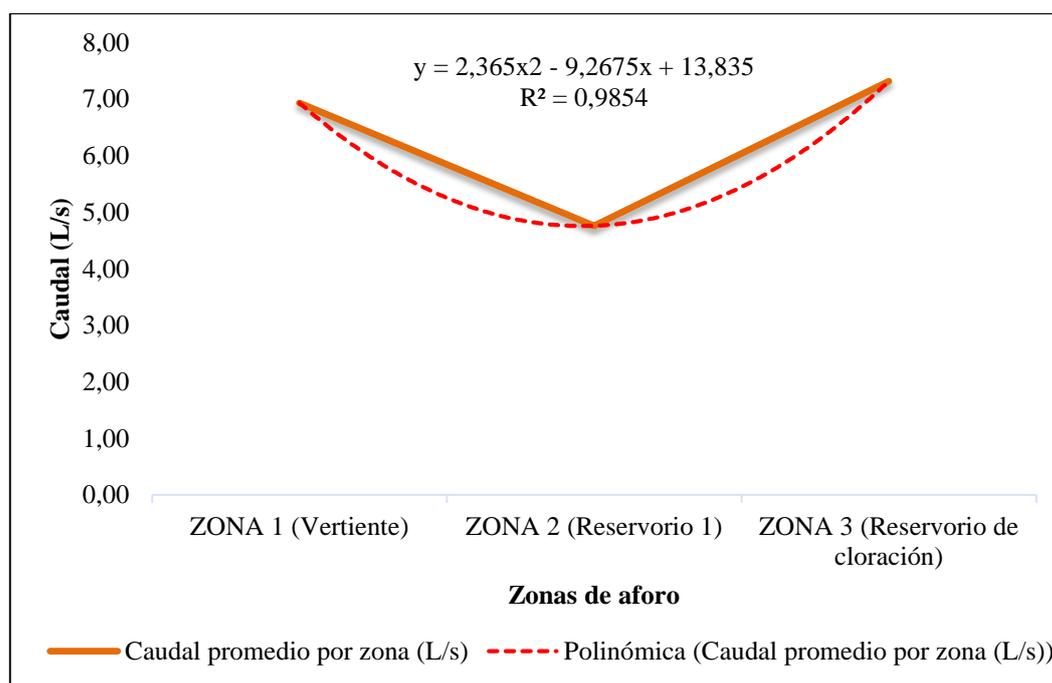
Gráfico 9. Caudales promedio por mes con respecto a las precipitaciones.

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Es importante relacionar con lo que manifiesta el INAMHI (2017), donde en el Ecuador se distinguen dos temporadas: de diciembre a mayo considerada la temporada húmeda, y de junio a noviembre la temporada seca, indicador de la variación del caudal. Además Corredor *et al.*, (2012), menciona que la temporalidad del agua disponible depende de patrones climáticos regionales de precipitación y del balance de los componentes del ciclo hidrológico, así como de las características de la vegetación, el suelo y el subsuelo.

3. Análisis del volumen promedio del caudal por zona.

En el Gráfico 10, se muestra los caudales promedios por zona, siendo la zona 3 (Reservorio de cloración) la que presentó el mayor caudal con 7,32 L/s esto debido a que en la zona existen corrientes tributarias que ocasionan el aumento de su caudal, mientras que la zona 2 (Reservorio 1) presentó un valor menor con un promedio de 4,76 L/s. Además cabe mencionar que la curva de tendencia presenta una correlación de 0,98 existiendo un grado de correlación adecuado en función del período de evaluación.

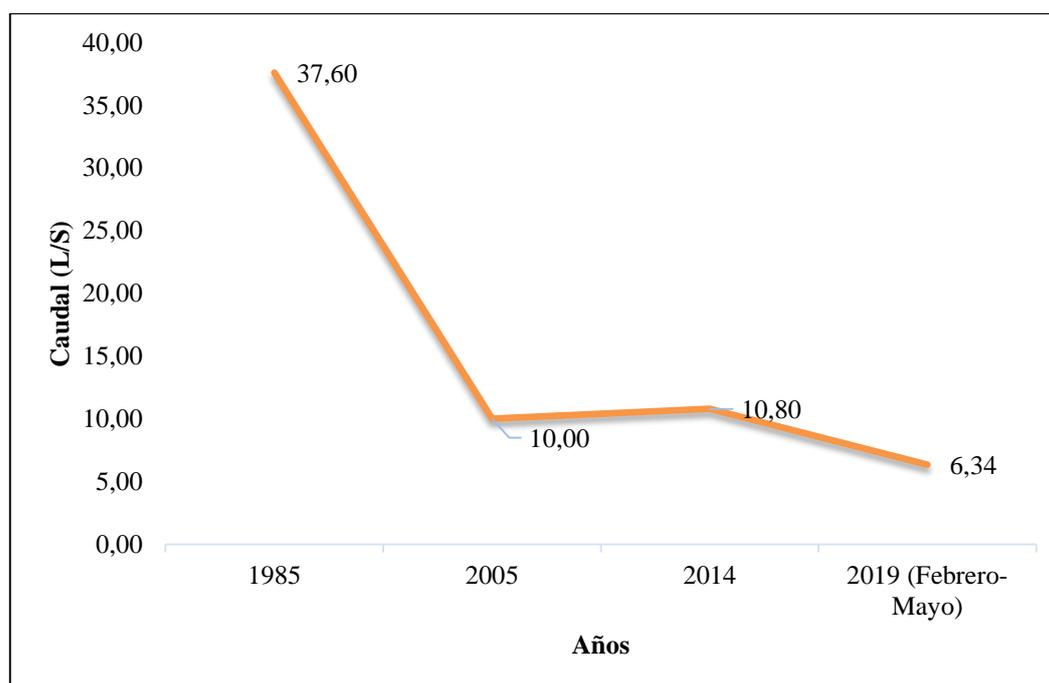
Gráfico 10. Caudal promedio por zona de aforo.

Elaborado por: (Murillo, 2019).

De acuerdo con Bob (2000), un caudal debe proporcionar un flujo de al menos 0,125 L/s., es decir que el caudal obtenido en la Regional está dentro de los parámetros permitidos y puede ser distribuido a la población. Sin embargo la demanda de agua, tanto para consumo humano como para actividades productivas, viene en aumento, mientras que la disponibilidad, y la oportunidad del recurso han venido en retroceso (Díaz, 2006).

4. Análisis de los caudales históricos.

En el Gráfico 11, se puede observar el comportamiento del caudal desde el año 1985 hasta el periodo febrero-mayo del 2019, presentándose el mayor registro en 1985 con 37,60 L/s y el menor registro en 2005 con 10 L/s.

Gráfico 11. Caudales promedios históricos.

Fuente: Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán, 2014

Elaborado por: (Murillo, 2019).

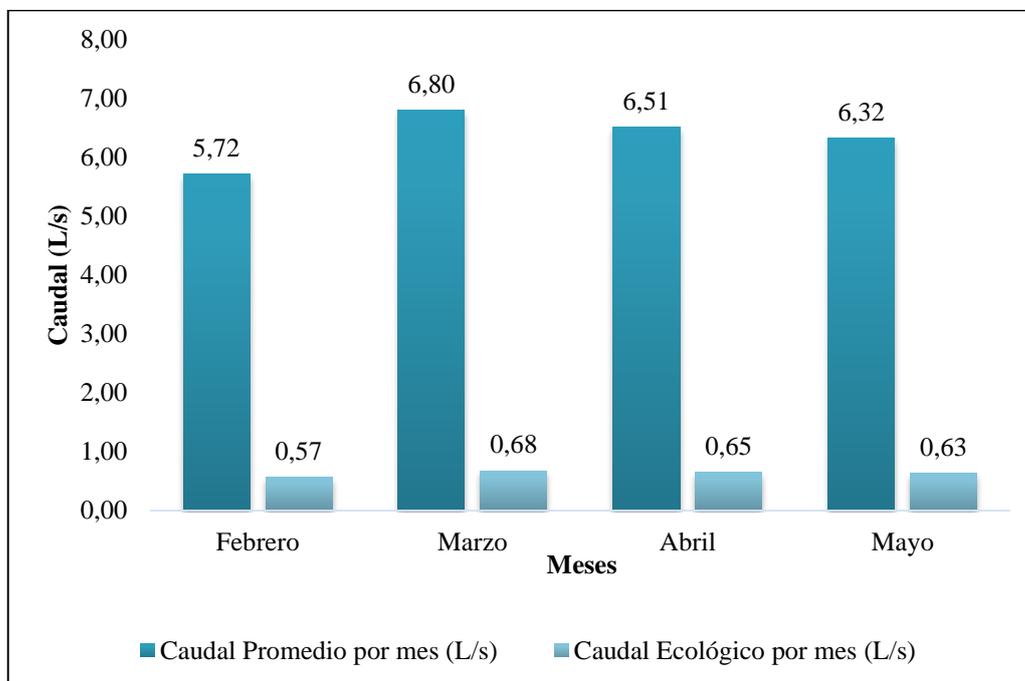
En base a los historiales y a lo observado en este estudio en cuanto a medición de caudal se puede determinar que el nivel del caudal ha disminuido ya que hasta el momento se ha registrado un caudal medio mensual de 6,34 L/s y esto puede deberse a que en las zonas de aforo hay alteraciones en su vegetación por la presencia de ganadería lo cual concuerda con Mena & Hofstede (2006), quienes indican que la vegetación tiene una relación directa con la provisión de agua.

5. Caudal ecológico de la Regional.

En función a lo establecido por la legislación ambiental del Ecuador se tomó como referencia el 10% del caudal mensual (López, 2018), obteniéndose los siguientes valores en el período de estudio (febrero – mayo): 0,57 L/s; 0,68 L/s; 0,65 L/s y 0,63 L/s como se muestra en el Gráfico 12; dándonos un promedio de 0,63 L/s como caudal ecológico. Este valor es el que debe permanecer hasta el momento en la Regional para que el ecosistema páramo mantenga su estructura y equilibrio. Es importante saber el valor del caudal ecológico porque sirve de instrumento para la administración y distribución del agua. Cabe mencionar que no se debe aprovechar en su totalidad el recurso agua ya que según lo mencionado anteriormente esto podría significar una

destrucción del ecosistema páramo porque se estaría violentando a su funcionamiento natural.

Gráfico 12. Caudal ecológico mensual.



Elaborado por: (Murillo, 2019).

VIII. CONCLUSIONES

1. El área de estudio registró una diversidad Florística de 5299 individuos agrupados en 18 familias, 26 géneros y 29 especies, también se recolectó musgo y líquen de familia, género y especie no identificados lo cual suma un total de 31 muestras vegetales en un área de 125 m².
2. El Musgo (Indeterminada) se encontró en 4 de las 5 parcelas de muestreo, presentándose con mayor número de individuos en la Parcela de muestreo 5, esta es una especie con una gran capacidad de retención de agua es por esta razón de su mayor presencia en la Parcela de muestreo 5 ya que esta se encontraba cerca de las zonas de aforo, además esta especie tiene una gran asociación con el resto de especies que crecen a su alrededor.
3. Las familias que tuvieron mayor índice de valor de importancia (IVI) en el área de estudio fueron el Musgo, Poaceae, Rosaceae, Gentianaceae y Asteraceae, lo cual ratifica la riqueza en géneros y especies de estas familias en los páramos del Ecuador.
4. Según el Índice de Shannon las parcelas de muestreo que registraron mayor diversidad fueron las parcelas de muestreo 3 y 4 con valores de 1,00 y 0,96 respectivamente, mientras que el Índice de Simpson indicó que las parcelas de muestreo 3 y 4 tienen una diversidad media con valores de 0,37 y 0,36 respectivamente; en el índice de Sorensen las parcelas de muestreo establecidas en el área de estudio son medianamente similares.
5. Al aplicar el método de aforo volumétrico se obtuvo un caudal promedio mensual de 6,34 L/s, el cual está dentro de los parámetros permitidos para su distribución, sin embargo la cantidad puede variar no solo por los niveles de precipitación sino por factores antrópicos.
6. El caudal ecológico promedio fue de 0,63 L/s, permitiéndonos conocer la cantidad de agua que debió permanecer en la Regional para mantener el equilibrio del ecosistema páramo.
7. Con los resultados obtenidos se determina que la diversidad florística está dentro del servicio ecosistémico de soporte, mientras que el agua está dentro del servicio ecosistémico de regulación por lo cual se acepta la hipótesis alternante que menciona que el páramo de la Ciénega aporta servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en la Regional San José de Chazo–Santa Fé de Galán.

IX. RECOMENDACIONES

1. Ampliar el estudio del musgo para conocer con exactitud sus características dendrológicas.
2. Realizar un plan de uso y manejo de los recursos naturales en la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán.
3. Realizar un análisis del comportamiento de la escorrentía en función al régimen de precipitación y cobertura vegetal en el área de estudio.
4. Realizar estudios con respecto a la calidad del recurso hídrico en los aspectos físicos, químicos y biológicos, para así garantizar que el agua que se está consumiendo cumple con los parámetros de salud.

X. RESUMEN

La presente investigación propone: determinar los servicios ecosistémicos ligados al agua y a la diversidad florística de la Regional San José de Chazo-Santa Fe de Galán; para la diversidad florística se realizó un inventario de las especies vegetales para lo cual se instalaron 5 parcelas de muestreo. Se registró: 29 muestras de plantas vasculares terrestres, correspondiendo a 18 familias, 26 géneros y 29 especies, también se recolectó musgo y líquen de familia, género y especie no identificados lo cual suma un total de 31 muestras vegetales. La especie con mayor IVI fue Musgo con 20,39%, estuvo presente en 4 de 5 parcelas de muestreo. Se determinó que las familias con mayor IVI fueron Musgo con un valor de 18,17%, seguido por Poaceae, Rosaceae, Gentianaceae y Asteraceae con valores de 15,29%, 12,15%, 8,09% y 7,04% respectivamente. En el índice de Shannon-Weaver, las parcelas de muestreo 3 y 4 presentaron una alta diversidad con valores de 1,00 y 0,96 respectivamente, esto se asemeja con lo obtenido en el índice de Simpson, porque dichas parcelas presentaron una diversidad media con valores de 0,37 y 0,36 respectivamente. Con Sorensen las 5 parcelas de muestreo fueron medianamente similares. Para el agua se realizó el aforo en 3 zonas mediante el método volumétrico durante el período febrero-mayo. Obteniéndose un caudal promedio mensual de 6,34 L/s. Se compararon las precipitaciones con los caudales mensuales, registrándose el mayor caudal en marzo con 6,80 L/s correlacionándose con su precipitación que fue de 80,60 mm. En el análisis del volumen promedio por zona, la zona 3 registró mayor caudal con 7,32 L/s debido a que en la zona existen corrientes tributarias. 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 claves: ECOSISTEMA PÁRAMO – SERVICIOS ECOSISTÉMICOS - ÍNDICES DE DIVERSIDAD – CAUDAL – CAUDAL ECOLÓGICO.

Por: Elizabeth Murillo



XI. ABSTRACT

The present research work proposes: to determine the ecosystemic services linked to water and plant diversity of the Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán, an inventory of vegetable species was carried out for the floristic diversity in which 5 sampling plots were installed. It was registered: 29 samples of terrestrial vascular plants, corresponding to 18 families, 26 genera and 29 species, also moss and liche family was collected, non-identified gender and species were also analyzed, which adds a total of 31 plant samples. The species with the highest IVI was Moss with 20.39%, it was present in 4 of 5 sampling plots. It was determined that the families with higher IVI were Moss with a value of 18.17%, followed by Poaceae, Rosaceae, Gentianaceae and Asteraceae with values of 15.29%, 12.15%, 8.09%, and 7.04% respectively. In the Shannon-Weaver index, sample plots 3 and 4 presented a high diversity with values of 1.00 and 0.96 respectively, this is similar to what was obtained in the Simpson index because these plots had an average diversity with values of 0.37 and 0.36 respectively. With Sorensen, the 5 sampling plots were moderately similar. For the water, the capacity was measured in 3 zones using the volumetric method during the period February-May. Obtaining an average monthly flow of 6.34 L / s. The rainfall was compared with the monthly flows, registering the highest flow in March with 6.80 L / s correlating with its precipitation which was 80.60 mm. In the analysis of the average volume per zone, zone 3 recorded a greater flow with 7.32 L / s, due to the existence of tributary flows in the area. For the ecological flow was obtained 10% of each monthly flow, giving us an average ecological flow of 0.63 L / s which serves to maintain the conditions of the grassy field.

Key words: ECOSYSTEM GRASSY FIELD - ECOSYSTEM SERVICES - INDICES OF DIVERSITY - CAUDAL - ECOLOGICAL FLOW.



XII. BIBLIOGRAFÍA

- Arthington, A., Pusey, B., Brizga, S., Mccosker, R., Bunn, S., & Growns, I. (1998). *Comparative evaluation of environmental flow assessment techniques: R & D Requirements*. Queensland, Australia. p. 24, 98.
- Baker, J., Sheate, W., Phillips, P., & Eales, R. (2013). *Ecosystem services in environmental assessment - Help or hindrance?* Environmental Impact Assessment Review. Estados Unidos, (40), 3-13.
- Bayas, D. (2015). *Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo del cantón Tisaleo provincia de Tungurahua*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Recuperado el 20 de Octubre de 2018 de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3953/1/33T0142%20.pdf>
- Bob, R. (2000). *Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.disasterinfo.net/Agua/pdf/9-UsoDomestico.pdf>
- Campo, A., & Duval, V. (2013). *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)*. Revista Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid, España, (34), 32.
- Caranqui, 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.
- Cárdenas, M. (2015). *Evaluación de la calidad de los suelos de páramo intervenidos y no intervenidos en la comunidad Monjas Bajo, Parroquia Juan Montalvo, Cantón Cayambe*. (Tesis de grado. Ingeniero en Biotecnología). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Quito. Recuperado el 20 de Octubre de 2018 de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9368/1/UPS-QT07111.pdf>

- Chávez, H. (2007). *La gestión comunitaria de la Regional San José de Chazo – Santa Fe de Galán, para proteger las vertientes de agua para consumo humano mediante la plantación de especies nativas*. Quito, Ecuador. Abya – Ayala.
- Christopherson, R. (2000). *Geosystems*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall.
- Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA). (2010). *Diálogos por el agua y el cambio climático*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: www.unwater.org/downloads/llamado_a_la_accion.pdf
- Corredor, E., Fonseca, J., & Páez, E. (2012). *Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Colombia, (3), 78-80.
- Díaz, S. (2006). *Biodiversity regulation of ecosystem services*, en R. Hassan, R. Scholes y N. Ash (eds.), *Ecosystems and hu-human well-being: Current state and trends*, (1) Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C., Estados Unidos.
- Domínguez, G. (S.F.). *Evaluación del instrumento caudal ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/1/23391/drsam00805.pdf>
- 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, C. (2018). *Caudal*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://www.fisicapractica.com/caudal.php>
- Franquet, J. (2009). *Aforo del agua*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009b/564/AFORO%20DEL%20AGUA.htm>
- González, S. (s.f.). *Fuentes de agua y métodos de aforo*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de:

http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/22sas.htm#2.2_____Fuentes_de_agua_y_m%C3%A9todos_de_aforo

- Hofstede, R. (1995). *Effects of burning and grazing on a Colombian paramo ecosystem*. (Tesis de doctorado). Universidad de Ámsterdam, Ámsterdam, Holanda.
- Hofstede, R., Segarra, P., & Mena, P. (2003). *Los Páramos del mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Hofstede, R., Vásquez, S., & Cerra, M. (Ed.) (2015). *Vivir en los páramos*. Percepciones, vulnerabilidades, capacidades y gobernanza ante el cambio climático. Quito, Ecuador: UICN.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2017). *Tipos de clima Ecuador*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- Jaramillo, A. (2014). *Plan de manejo de los recursos naturales de la Regional San José de Chazo – Santa Fe de Galán*. Estrategia de Conservación articulada al proceso de desarrollo local. Riobamba. Ecuador.
- Jorgensen, R., & León, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. San Luis, Estados Unidos: Missouri Botanical Garden.
- Jorgensen, R., & Ulloa, C. (1994). *Seed plants of the high Andes of Ecuador: a checklist*. Aarhus: Department of Systematic Botany, Aarhus University; AAU reports Department of Systematic Botany University of Aarhus. Dinamarca. p. 34, 453.
- Krauze, K., & Wagner, I. (2007). *An ecohydrological approach for the protection and enhancement of ecosystem services*. Use of Landscape Sciences for the Assessment of Environmental Security. NATO Science for Peace. Estados Unidos.
- Laegaard, S. (1992). *Influence of fire in the grass paramo vegetation of Ecuador*. En: *Balslev, H. y J. Luteyn (eds.), Páramo: An ecosystem under human influence*. Academic Press. Londres, Inglaterra.

- León, S. (2000). *La flora de los páramos ecuatorianos. En: la biodiversidad de los páramos*. Serie Páramo. Quito, Ecuador: GTP/AbyaYala (7), 5-21.
- López, J. (2018). *Caudal ecológico en Ecuador*. IAGUA. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://www.iagua.es/blogs/juan-calles-lopez/caudal-ecologico-ecuador>
- Luteyn, J. (1992). *Páramos: why study them? En: Páramo: an andean ecosystem under human influence*. En: Balslev, H. y J.L. Luteyn, (eds.), London: Academic Press. Inglaterra. pp. 1-14.
- Luteyn, J. (1999), *Páramos: A checklist of plant diversity, geographic distribution and botanical literature*. Memoirs of The New York Botanical Garden. New York, Estados Unidos, (84), 1, 278.
- Martínez, M., Viguera, B., Donatti, C., Harvey, C., & Alpízar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura*. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). Turrialba, Costa Rica. p. 40.
- Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA). (2005). *Ecosystems and human wellbeing: synthesis*. Island Press, Washington, DC. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: www.millenniumassessment.org/
- Mena, P., & Hofstede, R. (2006). *Los páramos ecuatorianos*. Revista Botánica Económica de los Andes Centrales. La Paz, Bolivia. pp. 94 – 95.
- Mena, R., & Balslev, H. (1986). *Comparación entre la vegetación de los páramos y el cinturón afroalpino*. Reports from the Botanical Institute, University of Aarhus. Dinamarca. (12), 1, 54.
- Méndez, R. (2012). *Canaleta Parshall*. Recuperado el 20 de Octubre de 2018 de: <https://es.slideshare.net/rafadavimendez/canaleta-parshall>
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2014). *Sistema de clasificación de ecosistemas de Ecuador Continental*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSIS TEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

- Ministerio del Ambiente (MAE). (2017). *Código orgánico del ambiente*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/12/CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf>
- OVACEN. (2016). *El Páramo*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://ecosistemas.ovacen.com/bioma/paramo/>
- Pantoja, N. (2017). *Estimación de caudales ecológicos mediante métodos hidrológicos, hidráulicos y ecológicos en la quebrada*. El Conejo (Mocoa-Putumayo). Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21157/PantojaValenciaNatalia2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K. & Grabherr, G. (2015). *Manual para el trabajo de campo del proyecto Gloria. Aproximación al estudio de las cimas*. Métodos básicos, complementarios y adicionales. 5ª edición. GLORIA - Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L., Jaca, España. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Luis_Benito_Alonso/publication/282567915_Manual_para_el_trabajo_de_campo_del_proyecto_GLORIA_Aproximacion_al_estudio_de_las_cimas_Metodos_basico_complementarios_y_adicionales_5_edicion/links/5615380308ae4ce3cc6526b3/Manual-para-el-trabajo-de-campo-del-proyecto-GLORIA-Aproximacion-al-estudio-de-las-cimas-Metodos-basico-complementarios-y-adicionales-5-edicion.pdf
- Pedroza, E. (2001). *Canal Parshall*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Subcoordinación de Editorial y Gráfica, IMTA. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: http://infota.siss.cl/concesiones/empresas/AguasCha%C3%B1ar/10%20Estudio%20Intercambio%20Empresa/03%20Anexos/Anexo%20Estudio%20OyM/Anexo%2013/Instrumentaci%C3%B3n_Flujometro/Canaletas%20Parshall/canal%20parshall.pdf

- Pons Solé, J. (2010). *La evaluación de los servicios ambientales de los ecosistemas litorales en Catalunya*. Foro de Sostenibilidad. España, pp. 65-78.
- 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. Recuperado el 20 de Octubre de 2018 de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/2792/1/33T0114%20.pdf>
- Quetier, F. (2007). *Servicios ecosistémicos y actores sociales*. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. Gaceta ecológica. Instituto Nacional de Ecología. México. pp. 84 – 85.
- Ramón, G. (2002). *Visiones, usos e intervenciones en los páramos del Ecuador*. Serie Páramo (Cultura). Ecuador, (12), 43-49.
- Silveira, A. & Silveira, G. (2001). *Vazoes mínimas In: Paiva, J.B.D. & Paiva, E.M.C.D. Hidrología aplicada a gestao de pequenas bacias hidrográficas*. Porto Alegre, Brasil. Associacao Brasileira de Recursos Hídricos.
- Smakhtin, V. (2001). *Low flow hydrology: a review*. Journal of Hydrology. Estados Unidos, (240), 147- 186.
- Sonco, R. (2013). *Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) 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 Octubre de 2018 de http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf
- Tapia M. (2000). *Mountain agrobiodiversity in Peru*. Mountain Research and Development. Perú, (20), 220–225.
- Valdez, V., & Ruiz, A. (2011). *Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos*. Revista Biociencias. México, (1), 9.
- Valencia, C. (2013). *Índices de diversidad*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://es.slideshare.net/ccvalenciac/indices-de-diversidad-ecosistmica>.

- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, 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.
- Vonada, R. (2010). *Introducción a los servicios ambientales*. Taller Regional: Compensación y Pago por Servicios Ambientales. La Ceiba, Honduras: Forest Trends
- World Wildlife Fund (WWF). (2010). *Caudal ecológico: salud al ambiente, agua para la gente*. Suiza.

XIII. ANEXOS

Anexo 1. Socialización de la investigación

Imagen	Descripción
	<p>Explicación sobre el trabajo de investigación a los miembros de la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán</p>
	<p>Establecimiento del cronograma para las salidas al páramo</p>

Anexo 2. Permiso de investigación otorgado por el MAE.

MINISTERIO DEL AMBIENTE

**Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-2296-O****Riobamba, 27 de noviembre de 2018****Asunto:** RESPUESTA: Autorización de investigación científica

Johanna Elizabeth Murillo Conteron
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento No. MAE-DPACH-2018-2483-E, donde solicita la emisión de la autorización de investigación científica con el tema : "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", para optar por el título de Ingeniera 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 ha cumplido con el pago establecido en el Libro IX, se elaboró la Autorización de Investigación científica, Nro. 23-IC-DPACH-MAE-2018, con el tema: "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". La misma que adjunto para su lectura y conocimiento de las obligaciones que adquiere en calidad de investigador.

Favor tomar en cuenta las fechas de vigencia y de entrega del informe final.

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



Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-2296-O

Riobamba, 27 de noviembre de 2018

Documento firmado electrónicamente

Ing. Marcelo Patricio Pino Cáceres

**DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO,
ENCARGADO**

Referencias:

- MAE-DPACH-2018-2483-E

Anexos:

- img0790058461001541691694.pdf

- nro_023-ic-dpach-mae-2018-f.pdf

Copia:

Señor Ingeniero

Alberto Paul Castelo Castelo

Responsable de la Unidad de Patrimonio Natural

Señorita Doctora

María Dolores Astudillo Vallejo

Guardaparque del Parque Nacional Sangay - Vida Silvestre

ma/ac

MARCELO
PATRICIO PINO
CACERES

MINISTERIO DEL AMBIENTE



AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Nro. 023-IC-DPACH-MAE-2018

FLORA: X

FAUNA:

VARIOS:

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
Johanna Elizabeth Murillo Conterón	1721533303	Ecuatoriana

Para llevar a cabo la investigación: "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".

De acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Solicitud de Johanna Elizabeth Murillo Conterón.
- Auspicio de institución científica nacional: ESPOCH, Director Ing. Daniel Arturo Román Robalino.
- Auspicio de institución científica internacional: Ninguna
- Institución que financia la investigación: Autofinanciada
- Contraparte de la Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo: Ing. Alberto Paúl Castelo Castelo Responsable de la Unidad de Patrimonio Natural.
- Vigencia de esta Autorización: 23/11/2018 a 25/06/2019
- Fecha de entrega de informe final: 25/06/2019
- Valoración Técnica del Proyecto: Mvz. María Dolores Astudillo
- Se autoriza la colección de muestras vegetales de los cuadrantes establecidos en la zona de estudio según la metodología que consta en el proyecto.
- Una muestra de las especies colectadas serán 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 a la investigadora Johanna Elizabeth Murillo Conterón.

SE AUTORIZA LA COLECCIÓN EN LAS PROVINCIAS, CANTONES Y ÁREAS PROTEGIDAS:
Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, Parroquias San José de Chazo, Santa Fe de Galán e Ilapo.
Coordenadas de referencia: X: 7709991 Y: 9834911

MINISTERIO DEL AMBIENTE



SE AUTORIZA EL ESTUDIO DE MUESTRAS BIOLÓGICAS CON EL PROPÓSITO DE:
Estadilar los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en el páramo la Ciénega en la Regional San José de Chazo, Inventariar la flora del Páramo de la Ciénega y determinar la diversidad florística del mismo.

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

Materiales y equipos	
GPS	Brújula
Cámara fotográfica	Presna
Libreta de campo	Toullas de cocina
Flexómetro	Etiquetas
Estacas	Pirola
Cuadrante de madera	Material de oficina

OBLIGACIONES Y CONDICIONES PARA LA VIGENCIA DE ESTA AUTORIZACIÓN:

1. LAS MUESTRAS PRODUCTO DE ESTA INVESTIGACIÓN DEBERÁN SER CATALOGADAS POR INDIVIDUO O LOTES.
2. ESTA AUTORIZACIÓN FACULTA LA COLECCIÓN/ MANIPULACIÓN DE ESPECÍMENES VIVOS, MISMO 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 ÁREAS DE PROPIEDAD PRIVADA LOS INVESTIGADORES DEBERÁN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO PROPIETARIO.
6. NO SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE ARMAS DE FUEGO, EXPLOSIVOS O SUSTANCIAS VENENOSAS COMO METODOLOGÍA DE ESTA INVESTIGACIÓN.
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 ÁREAS 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 BANECUADOR CUENTA 001000785, CON REFERENCIA 784535179 RECIBO DE CAJA 1551.



 Ministerio del Ambiente
 DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO
 Ing. Marcelo Pino Cáceres
 DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO (E)

MA-21/11/2018

AC-21/11/2018

Anexo 3. Certificado del Herbario – ESPOCH.



HERBARIO POLITECNICA CHIMBORAZO (CHEP)
 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO
 Panamericano sur Km 1, fono: (03) 2 998-200 ext. 700123, jcaranqui@yachon.com
 Riobamba Ecuador

Ofc.No.033.CHEP.2019

Riobamba, 8 de abril del 2019

Ing. Wilmer Tingo

DIRECTOR PROVINCIAL DE CHIMBORAZO "MAE"

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente Certifico que la señorita Murillo Conterón Johanna Elizabeth con CI: 172153330-3, Tesista de Ingeniería Forestal, entregó 16 muestras botánicas fértiles y 15 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 Nro.023-IC-DPACH-MAE-2018. Todas las muestras fértiles en un tiempo no determinado serán ingresadas a la colección del herbario y las infértiles serán archivadas por el lapso de un año.

FAMILIA	N. CIENTIFICO	ESTADO
Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	Infertil
Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus Schtdl.</i>	Infertil
	<i>Displostephium sp.</i>	Fertil
	<i>Werneria</i>	Fertil
Caprifoliaceae	<i>Valeriana plantaginea Kunth</i>	Fertil
	<i>Valeriana rigida (Raiz & Pav.) R.Váb.</i>	Infertil
	<i>Valeriana microphylla</i>	Infertil
Caryophyllaceae	<i>Drymaria</i>	Fertil
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	Infertil
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	Fertil
	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	Fertil
Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	Fertil
	<i>Trifolium repens L.</i>	Infertil
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	Fertil
	<i>Gentianella sp.</i>	Fertil
	<i>Halenia weddeliana Gilg.</i>	Fertil
Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	Infertil
	<i>Geranium laxicaute</i>	Infertil
Grossulariaceae	<i>Ribes andicola Jancz.</i>	Fertil
Hypericaceae	<i>Hypericum loricifolium Juss.</i>	Fertil
Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	Fertil
Plantaginaceae	<i>Plantago australis Lam.</i>	Fertil
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	Infertil
	<i>Festuca sp.</i>	Fertil
Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa (Humb. & Bonpl. Ex Willd)</i>	Infertil
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	Infertil
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.</i>	Fertil
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	Infertil



HERBARIO POLITECNICA CHIMBORAZO (CHEP)

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

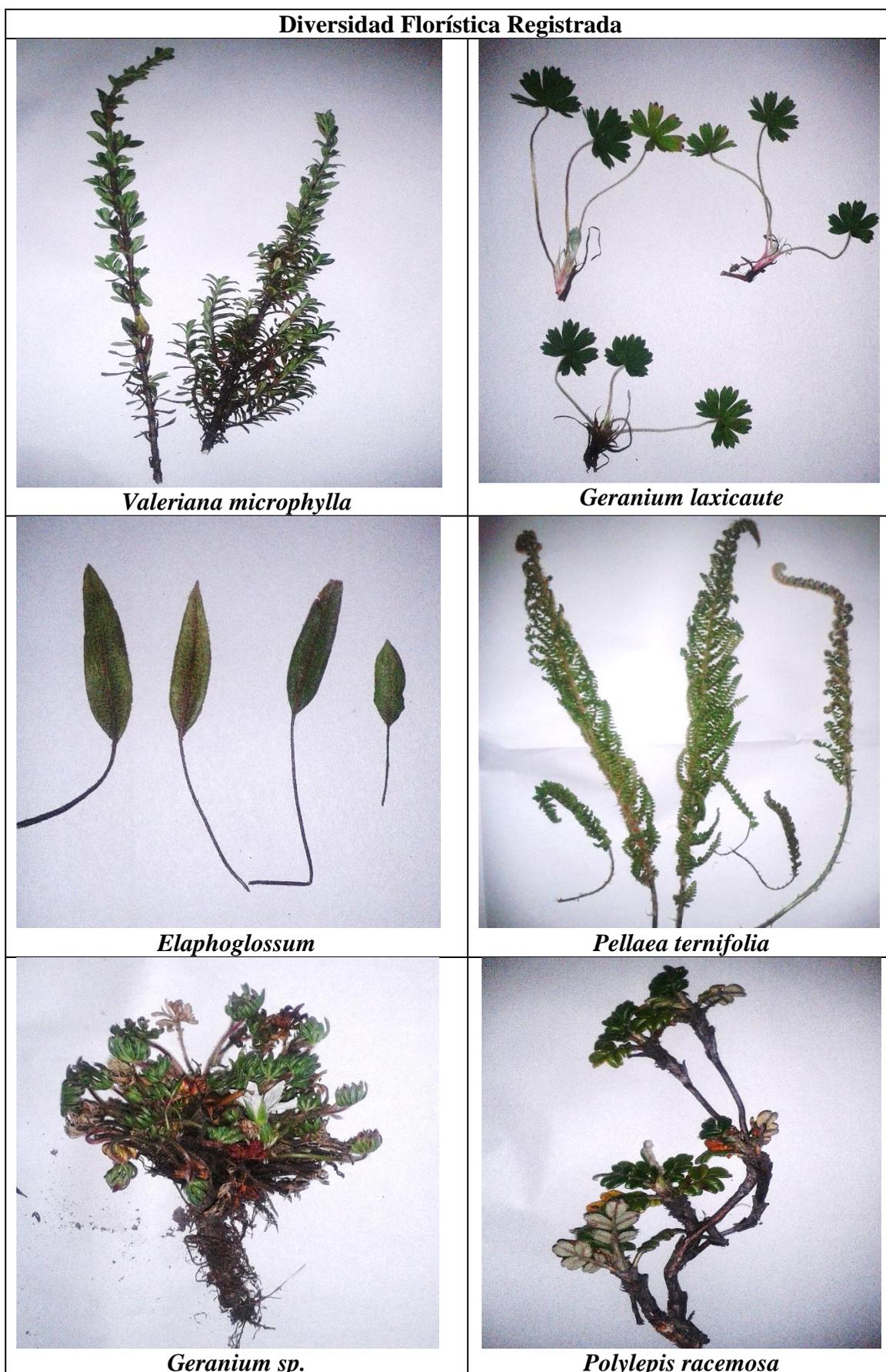
	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb	infertil
Liquen	<i>Indeterminada</i>	infertil
Musgo	<i>Indeterminada</i>	infertil

Me despido, atentamente



Ing. Jorge Caranqui
BOTÁNICO
HERBARIO ESPOCH

Anexo 4. Fotografías de la diversidad florística registrada.





Lachemilia orbiculata



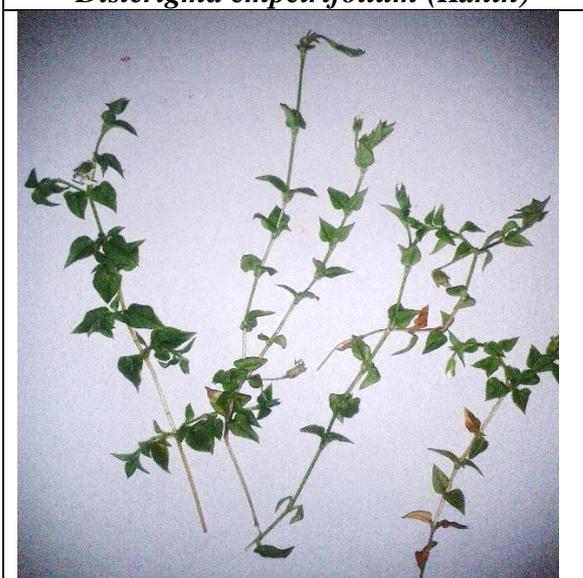
Valeriana rigida (Raiz & Pav.) RVdb



Disterigma empetrifolium (Kanth)



Vaccinium floribundum



Drymaria



Werneria



Displostephium sp.



Lasiocephalus ovatus Schldl.



Epilobium denticulatum



Halenia weddeliana Gilg.



Gentianella sp.



Gentiana sedifolia Kunth.



Valeriana plantaginea Kunth.



Huperzia crassa (Humb. & Bonpl. Ex Willd)



Hypericum laricifolium Juss.



Ribes andicola Jancz.



Plantago australis Lam.



Liquen (Indeterminada)



Lupinus sp.



Calamagrostis intermedia (J. Presl)
Steud.



Musgo (Indeterminada)



Festuca sp.



Daucus montanus Humb et Bonpl. ex
spreng



Ranunculus praemorsus Humb.,
Bonpl. & Kunth ex DC.



Trifolium repens L.

Anexo 5. Cálculo del índice de Shannon-Weaver y Simpson.

a. Parcela de muestreo 1

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus Schltl.</i>	8	0,00725295	0,00005261	-4,92634748	-0,03573053
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	25	0,02266546	0,00051372	-3,78691319	-0,08583212
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	8	0,00725295	0,00005261	-4,92634748	-0,03573053
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	12	0,01087942	0,00011836	-4,52088237	-0,04918458
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	32	0,02901179	0,00084168	-3,54005312	-0,10270326
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	2	0,00181324	0,00000329	-6,31264184	-0,01144631
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	68	0,06165005	0,00380073	-2,78628131	-0,17177437
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	15	0,01359927	0,00018494	-4,29773882	-0,05844613
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	6	0,00543971	0,00002959	-5,21402955	-0,02836281
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	927	0,84043518	0,70633129	-0,17383545	-0,14609743
		1103		0,712		-0,725
			Simpson	0,288		
				Shannon		0,725

Elaborado por: (Murillo, 2019).

b. Parcela de muestreo 2

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	3	0,00254669	0,00000649	-5,97296108	-0,01521128
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	3	0,00254669	0,00000649	-5,97296108	-0,01521128
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	4	0,00339559	0,00001153	-5,68527900	-0,01930485
Gentianaceae	<i>Halenia weddeliana Gilg.</i>	3	0,00254669	0,00000649	-5,97296108	-0,01521128
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	6	0,00509338	0,00002594	-5,27981389	-0,02689209
Liquen	<i>Indeterminada</i>	8	0,00679117	0,00004612	-4,99213182	-0,03390242
Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa (Humb. & Bonpl. Ex Willd)</i>	3	0,00254669	0,00000649	-5,97296108	-0,01521128
Musgo	<i>Indeterminada</i>	30	0,02546689	0,00064856	-3,67037598	-0,09347307
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	1111	0,94312394	0,88948276	-0,05855757	-0,05522705
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	5	0,00424448	0,00001802	-5,46213545	-0,02318394
Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	2	0,00169779	0,00000288	-6,37842618	-0,01082925
		1178		0,890		-0,324
			Simpson	0,110		
				Shannon		0,324

Elaborado por: (Murillo, 2019).

c. Parcela de muestreo 3

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	10	0,01004016	0,00010080	-4,60116216	-0,04619641
Asteraceae	<i>Werneria</i>	6	0,00602410	0,00003629	-5,11198779	-0,03079511
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	8	0,00803213	0,00006452	-4,82430572	-0,03874944
Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida (Raiz & Pav.) RVdb.</i>	9	0,00903614	0,00008165	-4,70652268	-0,04252882
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	8	0,00803213	0,00006452	-4,82430572	-0,03874944
Caryophyllaceae	<i>Drymania</i>	11	0,01104418	0,00012197	-4,50585198	-0,04976343
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	10	0,01004016	0,00010080	-4,60116216	-0,04619641
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	7	0,00702811	0,00004939	-4,95783711	-0,03484424
Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	9	0,00903614	0,00008165	-4,70652268	-0,04252882
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	5	0,00502008	0,00002520	-5,29430935	-0,02657786
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	6	0,00602410	0,00003629	-5,11198779	-0,03079511
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	6	0,00602410	0,00003629	-5,11198779	-0,03079511
Liquen	<i>Indeterminada</i>	17	0,01706827	0,00029133	-4,07053391	-0,06947698
Musgo	<i>Indeterminada</i>	783	0,78614458	0,61802330	-0,24061456	-0,18915783
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	5	0,00502008	0,00002520	-5,29430935	-0,02657786

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	3	0,00301205	0,00000907	-5,80513497	-0,01748535
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.</i>	5	0,00502008	0,00002520	-5,29430935	-0,02657786
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	88	0,08835341	0,00780633	-2,42641044	-0,21438165
		996		0,627		-1,002
			Simpson	0,373		
				Shannon		1,002

Elaborado por: (Murillo, 2019).

d. Parcela de muestreo 4

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Asteraceae	<i>Werneria</i>	6	0,00609137	0,00003710	-5,10088217	-0,03107136
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	54	0,05482234	0,00300549	-2,90365759	-0,15918529
Caprifoliaceae	<i>Valeriana plantaginea Kunth</i>	3	0,00304569	0,00000928	-5,79402935	-0,01764679
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	15	0,01522843	0,00023190	-4,18459144	-0,06372474
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	5	0,00507614	0,00002577	-5,28320373	-0,02681829
Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	8	0,00812183	0,00006596	-4,81320010	-0,03909198
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	9	0,00913706	0,00008349	-4,69541706	-0,04290229

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	4	0,00406091	0,00001649	-5,50634728	-0,02236080
Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	15	0,01522843	0,00023190	-4,18459144	-0,06372474
Grossulariaceae	<i>Ribes andicola Jancz.</i>	3	0,00304569	0,00000928	-5,79402935	-0,01764679
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium Juss.</i>	7	0,00710660	0,00005050	-4,94673149	-0,03515444
Liquen	<i>Indeterminada</i>	34	0,03451777	0,00119148	-3,36628112	-0,11619651
Musgo	<i>Indeterminada</i>	786	0,79796954	0,63675539	-0,22568485	-0,18008964
Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	3	0,00304569	0,00000928	-5,79402935	-0,01764679
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	6	0,00609137	0,00003710	-5,10088217	-0,03107136
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	27	0,02741117	0,00075137	-3,59680478	-0,09859262
		985		0,643		-0,963
			Simpson	0,357		
				Shannon		0,963

Elaborado por: (Murillo, 2019).

e. Parcela de muestreo 5

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	3	0,00289296	0,00000837	-5,84547492	-0,01691073

Familia	Especie	Individuos	Pi	Pi2	ln Pi	Pi (ln Pi)
Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus Schldl.</i>	3	0,00289296	0,00000837	-5,84547492	-0,01691073
Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	7	0,00675024	0,00004557	-4,99817706	-0,03373890
Ericaceae	<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	5	0,00482160	0,00002325	-5,33464930	-0,02572155
Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	9	0,00867888	0,00007532	-4,74686263	-0,04119746
Geraniaceae	<i>Geranium laxicaute</i>	11	0,01060752	0,00011252	-4,54619194	-0,04822383
Liquen	<i>Indeterminada</i>	12	0,01157184	0,00013391	-4,45918056	-0,05160093
Musgo	<i>Indeterminada</i>	898	0,86595950	0,74988585	-0,14391714	-0,12462641
Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	5	0,00482160	0,00002325	-5,33464930	-0,02572155
Plantaginaceae	<i>Plantago australis Lam.</i>	3	0,00289296	0,00000837	-5,84547492	-0,01691073
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	22	0,02121504	0,00045008	-3,85304475	-0,08174251
Poaceae	<i>Festuca sp.</i>	7	0,00675024	0,00004557	-4,99817706	-0,03373890
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	13	0,01253616	0,00015716	-4,37913785	-0,05489758
Rosaceae	<i>Lachemilia orbiculata</i>	39	0,03760849	0,00141440	-3,28052556	-0,12337560
		1037		0,752		-0,695
			Simpson	0,248		
				Shannon		0,695

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Anexo 6. Cálculo del índice de Sorensen.

a. Presencia de especies en las 5 parcelas de muestreo

No.	Familia	Nombre científico	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
1	Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>			x		x
2		<i>Lasiocephalus ovatus Schltld.</i>	x				x
3	Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	x		x	x	x
4		<i>Werneria</i>			x	x	
5		<i>Valeriana plantaginea Kunth</i>				x	
6	Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida (Raiz & Pav.) RVdb.</i>			x		
7		<i>Valeriana microphylla</i>			x		
8	Caryophyllaceae	<i>Drymania</i>			x		
9	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	x				
10	Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>		x	x	x	
11		<i>Vaccinium cf. floribundum</i>	x	x	x	x	x
12	Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>				x	
13		<i>Trifolium repens L.</i>			x		x
14	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>	x		x	x	
15		<i>Gentianella sp.</i>	x	x	x	x	

No.	Familia	Nombre científico	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5
16		<i>Halenia weddeliana</i> Gilg.		x			
17	Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp.				x	
18		<i>Geranium laxicaute</i>	x	x	x		x
19	Grossulariaceae	<i>Ribes andicola</i> Jancz.				x	
20	Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.				x	
21	Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>				x	x
22	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.					x
23	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	x	x	x		x
24		<i>Festuca</i> sp.		x	x	x	x
25	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd)		x			
26	Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	x				x
27	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i> Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.			x		
28	Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>		x			
29		<i>Lachemilia orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb	x		x	x	x
30	Liquen	<i>Liquen (Indeterminada)</i>		x	x	x	x
31	Musgo	<i>Musgo (Indeterminada)</i>		x	x	x	x

Elaborado por: (Murillo, 2019).

e. Comparación del número de individuos entre parcelas de muestreo

No. Parcela	Especies comunes	Especies de cada Parcela
P1 vs P2	4	P1= 10
P1 vs P3	7	P2= 11
P1 vs P4	5	P3= 18
P1 vs P5	7	P4= 16
P2 vs P3	8	P5= 14
P2 vs P4	6	Sorensen:
P2 vs P5	6	
P3 vs P4	10	$Iss = \frac{2C}{A + B} \times 100$
P3 vs P5	10	
P4 vs P5	7	

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Anexo 7. Análisis físico-químico de suelo.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Johanna Murillo Conterón
Remite:

Fecha de ingreso: 07/05/2019
Fecha de salida: 30/05/2019

TEMA TESIS PREGRADO: " ESTUDIO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS LIGADOS AL AGUA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN EL PÁRAMO DE LA CIÉNAGA EN LA REGIONAL SAN JOSÉ DE CHAZO-SANTA FÉ DE GALÁN, CANTÓN GUANO PROVINCIA DE CHIMBORAZO"

Ubicación: Guano Cantón Chimborazo Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO

Identif.	pH	%	uS/cm	mg/L		Meq/100g
		MO	Cond. Eléct	NH4	P	K
Suelo	5.82 L. Ac.	3,5 M	139.4 No salino	9.5 B	35.7 A	0.24 B

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L. Ac. alcalino	B: bajo

Ing. José Arcos T.
Ing. José Arcos T.
JEFE LAB. SUELOS



Ing. Elizabeth Pachacama
Ing. Elizabeth Pachacama
TÉCNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Pan de Azúcar, Km 1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

Anexo 8. Cálculo de caudales por el método volumétrico.**a. Aforo del mes de febrero**

Balde de 10 L/ aforo febrero					
Zona	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo promedio	Caudal
	(s)	(s)	(s)	(s)	(L/s)
Zona 1 (Vertiente)	1,35	1,24	2,04	1,543	6,48
Zona 2 (Reservorio 1)	2,23	2,46	1,94	2,210	4,52
Zona 3 (Reservorio de cloración)	1,51	1,87	1,49	1,623	6,16

Elaborado por: (Murillo, 2019).

b. Aforo del mes de marzo

Balde de 10 L/ aforo marzo					
Zona	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo promedio	Caudal
	(s)	(s)	(s)	(s)	(L/s)
Zona 1 (Vertiente)	3,07	2,78	2,99	1,473	6,79
Zona 2 (Reservorio 1)	1,78	2,015	2,02	1,938	5,16
Zona 3 (Reservorio de cloración)	1,54	1,07	0,94	1,183	8,45

Elaborado por: (Murillo, 2019).

c. Aforo del mes de abril

Balde de 10 L/ aforo abril					
Zona	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo promedio	Caudal
	(s)	(s)	(s)	(s)	(L/s)
Zona 1 (Vertiente)	3,15	2,95	2,63	1,455	6,87
Zona 2 (Reservorio 1)	2,025	2,17	2,08	2,092	4,78
Zona 3 (Reservorio de cloración)	1,32	1,24	1,25	1,270	7,87

Elaborado por: (Murillo, 2019).

d. Aforo del mes de mayo

Balde de 10 L/ aforo mayo					
Zona	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo promedio	Caudal
	(s)	(s)	(s)	(s)	(L/s)
Zona 1 (Vertiente)	2,78	2,68	2,44	1,317	7,59
Zona 2 (Reservorio 1)	2,17	2,225	2,16	2,185	4,58
Zona 3 (Reservorio de cloración)	1,58	1,72	1,12	1,473	6,79

Elaborado por: (Murillo, 2019).

Anexo 9. Fotografías del trabajo de realizado en la investigación.

Imagen	Descripción
	<p>Georreferenciación de la zona de estudio</p>
	<p>Recorrido por los tanques reservorios de la Regional</p>
	<p>Materiales para el establecimiento de parcelas de muestreo y aforo</p>

	<p>Construcción de los cuadrantes para la realización del inventario florístico</p>
	<p>Recolección de muestras vegetales y herborización</p>
	<p>Identificación de especies vegetales con el curador del Herbario-ESPOCH</p>

