



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**RELACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA CON LA
BIOMASA EN EL PÁRAMO IGUALATA, CHIMBORAZO,
ECUADOR**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: CARLOS ALFREDO SOCOY CHINLLI

DIRECTORA: Dra. MAGDY MILENI ECHEVERRÍA GUADALUPE PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Carlos Alfredo Socoy Chinli

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, CARLOS ALFREDO SOCOY CHINLLI, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de marzo del 2022.



A handwritten signature in blue ink, reading "Carlos Alfredo Socoy Chinli". The signature is stylized with large, flowing letters and a horizontal line underneath.

Carlos Alfredo Socoy Chinli

0604491332

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: proyecto de investigación, **RELACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA CON LA BIOMASA EN EL PÁRAMO IGUALATA, CHIMBORAZO, ECUADOR**, realizado por el señor **CARLOS ALFREDO SOCOY CHINLLI** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el misino que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
<p>Ing. Sofía Carolina Godoy Ponce, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</p>	 <small>Firmado electrónicamente por:</small> SOFIA CAROLINA GODOY PONCE	<p>2022-03-07</p>
<p>Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe, PhD. DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN</p>	 <small>Firmado electrónicamente por:</small> MAGDY MILENI ECHEVERRIA GUADALUPE	<p>2022-03-07</p>
<p>Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval, Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL</p>	<small>NORMA SOLEIDAD ERAZO SANDOVAL</small> <small>Firmado digitalmente por NORMA SOLEDAD ERAZO SANDOVAL Fecha: 2022.03.14 16:36:49 -05'00'</small>	<p>2022-03-07</p>

DEDICATORIA

Cada paso recorrido y todo esfuerzo realizado tiene su recompensa, contando siempre con la bendición de Dios y el apoyo de nuestros seres queridos es muy reconfortable al trabajo realizado. A ustedes: a mi padre y madre pilar fundamental en todo el proceso de formación; a mis queridos hermanos Jorge Jaime Luis Wicho que sin su apoyo incondicional no cumpliría mi sueño; a mi esposa e hijos, que sin su presencia e inspiración no hubiera llegado tan lejos. Y con un enorme amor de gratitud al todopoderoso por la vida y salud en todo momento.

Carlos

AGRADECIMIENTO

Al creador, Dios nuestro señor por brindarme la salud y vocación de aprendizaje en esta etapa de mi vida. A mi hermosa familia que me ha acompañado incondicionalmente en cada paso realizado, especialmente a mis hermanos; a mi esposa e hijos. Mi sincero agradecimiento a Dra. Magdy Echeverría, directora del trabajo de investigación, por la atención y apoyo incondicional a brindarme esa guía y tiempo en conocimientos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

Carlos

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMÁTICA.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
1.1. Antecedentes de la investigación.....	6
1.2. Bases teóricas.....	7
1.2.1. <i>Páramo</i>	7
1.2.2. <i>Tipo de paramos en Ecuador</i>	7
1.2.3. <i>Valor y servicios de los páramos</i>	8
1.2.4. <i>Paramo a nivel nacional y provincial</i>	9
1.2.5. <i>La biodiversidad de los páramos</i>	10
1.2.6. <i>Importancia ambiental de los páramos</i>	10
1.2.7. <i>Método Gloria</i>	10
1.2.7.1. <i>Transectos.</i>	11
1.2.7.2. <i>Cuadrantes.</i>	11
1.2.7.3. <i>Método del punto centro cuadrado.</i>	11
1.2.8. <i>Ciclo del carbono</i>	11
1.2.9. <i>Carbono Orgánico del Suelo</i>	12
1.2.10. <i>Captura de carbono en las plantas</i>	13
1.2.11. <i>Ciclo de carbono almacenamiento y transferencia entre atmosfera, biosfera y litosfera</i>	13
1.2.12. <i>Estimación indirecta del contenido de carbono en la biomasa</i>	13

1.2.13.	<i>Índices de diversidad</i>	13
1.2.13.1.	<i>Índice de Shannon-Wiener</i>	14
1.2.13.2.	<i>Índice de Simpson</i>	14
1.3.	Bases conceptuales	14
1.3.1.	<i>Herbazal alto andino</i>	14
1.3.2.	<i>Biomasa</i>	14
1.3.3.	<i>Biomasa aérea</i>	15
1.3.4.	<i>Biomasa subterránea</i>	15
1.3.5.	<i>Diversidad Florística</i>	15
1.3.6.	<i>Inventario florístico</i>	15
1.3.7.	<i>Composición florística</i>	15
1.3.8.	<i>Sumidero de carbono</i>	16
1.4.	Base legal	16

CAPÍTULO II

2.	METODOLOGÍA	17
2.1.	Diseño Experimental	17
2.1.1.	<i>Tipo de Investigación</i>	17
2.1.2.	<i>Identificación de variables</i>	17
2.1.2.1.	<i>Variables independientes</i>	17
2.1.2.2.	<i>Variables dependientes</i>	17
2.1.3.	<i>Diseño de la investigación</i>	17
2.2.	Metodología	18
2.2.1.	<i>Localización del estudio</i>	18
2.2.2.	<i>Población de estudio</i>	18
2.2.3.	<i>Tamaño de la muestra</i>	19
2.2.2.1.	<i>Puntos de monitoreo</i>	19
2.2.4.	<i>Método de muestreo</i>	19
2.2.4.1.	<i>Método Gloria</i>	19
2.2.4.2.	<i>Índices de diversidad (ID)</i>	20
2.2.4.3.	<i>Biomasa subterránea</i>	21
2.2.4.4.	<i>Biomasa aérea</i>	22
2.2.4.5.	<i>Medición de árboles en regeneración</i>	23
2.2.5.	<i>Técnica de recolección de datos</i>	23

2.2.5.1.	<i>Secado en laboratorio y determinación de materia seca</i>	24
2.2.5.2.	<i>Cálculos para estimar el carbono acumulado de la Biomasa aérea</i>	24
2.2.6.	<i>Análisis estadístico</i>	26

CAPÍTULO III

3.	RESULTADO Y DISCUSIÓN	27
3.1.	Análisis e interpretación de resultados	27
3.1.1.	<i>Determinación de la densidad de flora</i>	27
3.1.2.	<i>Inventario florístico de las especies de flora</i>	27
3.1.3.	<i>Rangos altitudinales</i>	29
3.1.4.	<i>Valor de Importancia e Índices de diversidad</i>	30
3.1.5.	<i>Regeneración natural</i>	33
3.1.6.	<i>Porcentaje de contenido de humedad y carbono</i>	34
3.2.	Discusión de Resultados	47

CONCLUSIONES	49
--------------	-------	----

RECOMENDACIONES	50
-----------------	-------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Tipo de páramo pajonal y superficie total de páramo en el Ecuador.....	9
Tabla 1-2:	Distribución por provincia de los tipos de páramo en el Ecuador.....	9
Tabla 2-3:	Interpretación de la diversidad	21
Tabla 3-4:	Estratos con sus puntos de muestreo de flora.	27
Tabla 3-5:	Especies de plantas encontradas frecuentemente en el páramo Igualata	27
Tabla 3-6:	Zonas de vida de acuerdo a rangos altitudinales por puntos de muestreo.	29
Tabla 3-7:	Valor de Importancia e Índices de diversidad florístico.....	30
Tabla 3-8:	Valor de los Índices de diversidad florístico en el páramo de Igualata.	32
Tabla 3-9:	Regeneración natural de las especies de los estratos evaluados en el páramo de Igualata.	33
Tabla 3-10:	Porcentaje de contenido de humedad y carbono por rangos altitudinales de la Biomasa aérea.....	34
Tabla 3-11:	Porcentaje de contenido de humedad y carbono por rangos altitudinales de la Biomasa subterránea.....	35
Tabla 3-12:	Contenido de carbono en la biomasa aérea en función de la humedad.	38
Tabla 3-13:	Contenido de carbono en la biomasa subterránea en función de la humedad. ...	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ciclo del carbono	12
Figura 2-2: Metodología Gloria	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1:	Localización del estudio.	18
Gráfico 3-3:	Distribución de flora del páramo de Igualata.	31
Gráfico 3-4:	Índice de Valor de importancia de la flora del páramo de Igualata.	31
Gráfico 3-5:	Relación Carbono aéreo vs. carbono subterráneo.	33
Gráfico 3-6:	Distribución de frecuencias del carbono de la Biomasa aérea.	36
Gráfico 3-7:	Distribución de frecuencias del contenido de humedad de la Biomasa aérea.	36
Gráfico 3-8:	Distribución de frecuencias del carbono de la Biomasa subterránea.	37
Gráfico 3-9:	Distribución de frecuencias del contenido de humedad de la Biomasa subterránea.	38
Gráfico 3-10:	Diagrama de caja para las variables Carbono aéreo (Mg/ha) vs. Altitud.	40
Gráfico 3-11:	Diagrama de caja para las variables Contenido de humedad aéreo vs. Altitud.	40
Gráfico 3-12:	Diagrama de caja para las variables Carbono de la Biomasa subterránea (Mg/ha) vs. Altitud.	42
Gráfico 3-13:	Diagrama de caja para las variables Contenido de humedad subterráneo vs. Altitud.	43
Gráfico 3-14:	Diagrama de caja entre las variables de la Biomasa del Carbono subterráneo vs. Carbono aéreo.	44
Gráfico 3.15.	Cantidad de Carbono B. subterránea y B. aérea por parcela.	45
Gráfico 3-16:	Diagrama de caja entre las variables Contenido de humedad subterráneo vs. aéreo.	45
Gráfico 3-17:	Diagrama de caja entre las variables Contenido de carbono subterráneo vs. aéreo.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: INVENTARIO FLORÍSTICO

ANEXO B: REGENERACIÓN NATURA

ANEXO C: ÍNDICES DE DIVERSIDAD

ANEXO D: BASE DE DATOS DE LA BIOMASA AÉREA

ANEXO E: BASE DE DATOS DE LA BIOMASA SUBTERRÁNEA

ANEXO F: RESPALDO FOTOGRÁFICO

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el programa “Building and Resilient Future for the Andean Páramo Ecosystem of Ecuador”, GIDAC, del proyecto: “Medios de Vida como estrategia para la gestión y la adaptación basada en Ecosistemas - PACHA”, que tuvo como objetivo relacionar la composición florística y el contenido de carbono orgánico total de la biomasa del herbazal de páramo en el sector Igualata, provincia de Chimborazo, mediante un muestreo aleatorio simple, se identificaron quince puntos de monitoreo; para la biomasa subterránea (raicillas) a una profundidad de 0.25m y para la biomasa aérea se tomó material vegetativo en un cuadrante de (0.5 x 0.5)m, utilizando la metodología de MAE (2012) y ser analizadas en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias. Para evaluar el componente florístico se utilizó el método GLORIA. En cuanto a los resultados de la diversidad florística se determinó una importancia ecológica acumulada de 69.05%. Las tres especies representativas del herbazal de páramo fueron; Valeriana plantaginea (22.92%), Calamagrostis intermedia (21.48%) y Gunnera magellanica (13.01%); los índices de diversidad Simpson y Shannon muestran valores de 0.56 (diversidad media), 0.73 (diversidad media). La cantidad de carbono orgánico en regeneración natural determinada es 1.13 Mg C/ Ha en la biomasa aérea y 0.08 Mg C /Ha en la biomasa subterránea. El contenido de carbono total de la biomasa aérea es mayor (69.32 Mg/Ha) con respecto a la biomasa subterránea (4.80 Mg/Ha). Es importante Socializar el trabajo realizado para la elaboración de políticas públicas con los GADs correspondientes, con el objetivo de conservar el páramo no solo como fuente de agua, sino que también como sumidero de Carbono.

Palabras clave: <HERBAZAL ALTO ANDINO>, <COMPOSICIÓN FLORÍSTICA >, <BIOMASA AREA Y SUBTERRANEA>, <SUMIDERO DE CARBONO>, <PARAMO>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Número de identificación: 096121002
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=INSTITUTO ECUATORIANO DE
INFORMACIONES Y SERVICIOS, i=QUITO,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.04.26 15:51:33 -05'00'



0614-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The current research was conducted with the program "Building and Resilient Future for the Andean Páramo Ecosystem of Ecuador" (GIDAC), belonging to the project: "Livelihood as a strategy for PACHA Ecosystem-based management and adaptation", which aimed to relate the floristic composition and total organic carbon content in the biomass of Igualata paramo grassland located in the Chimborazo province, through a simple randomized sampling, fifteen monitoring points were identified; for the underground biomass (rootlets) at a depth of 0.25m and for the aerial biomass, vegetative material was taken in a (0.5 x 0.5) m. square using MAE (2012) methodology for its further analysis in the Laboratory of the Faculty of Sciences. GLORIA method was used to evaluate the floristic component. Regarding the results of floristic diversity, a cumulative ecological importance of 69.05% was determined. The three representative species of the paramo grassland were; *Valeriana plantaginea* (22.92%), *Calamagrostis intermedia* (21.48%) and *Gunnera magellanica* (13.01%); the Simpson and Shannon diversity indexes reveal values of 0.56 and 0.73 (average diversity). The amount of organic carbon determined in natural regeneration is: 1.13 Mg C/ Ha in the aerial biomass and 0.08 Mg C /Ha in the underground biomass. The total carbon content of the aerial biomass is higher (69.32 Mg/Ha) with regard to the underground biomass (4.80 Mg/Ha). It is important to socialize the results of the research for the elaboration of public policies in cooperation with the corresponding GADs (municipalities); so that, it will be possible to preserve the paramo not only as a water source, but also as a carbon sink.

Keywords: <HIGH ANDEAN GRASSLAND>, <FLORISTIC COMPOSITION>, <AERIAL AND UNDERGROUND BIOMASS>, <CARBON SINK>, <PARAMO>.



Firmado electrónicamente por:
**PAUL ROLANDO
ARMAS PESANTEZ**

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global desde tiempos inmemorables exhibe una gran problemática para la convivencia de los seres vivos con el planeta y por ende un impacto en los recursos naturales, por tal motivo, afecta el proceso natural de todos los seres vivos (González, 2018); es producido por el aumento en la concentración de los gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo un tema ampliamente discutido y de gran relevancia en el ámbito científico, político, económico y ambiental, y por sus implicancias en la modificación de la dinámica de los ecosistemas (Cargua y Rodríguez, 2014, pp. 34).

La estructura y funcionamiento de los ecosistemas constituyen un pilar en el bienestar del ser humano, y según (Zurita et al., 2021, pp. 798), mencionan que la amplia biodiversidad florística distribuida por zonas de vida y ecosistemas a lo largo de la alta montaña, representan patrones de riqueza de especies y su constitución armoniosa a lo largo de las zonas transicionales; aportando así, en los servicios ambientales y especialmente en el almacenamiento de carbono atmosférico. Actualmente la comunidad de Pichán Central se encuentra en un proceso de recuperación del páramo de Igualata con el objetivo de conservar y proteger sus recursos de las actividades antropogénicas como la agricultura y ganadería, que fueron consideradas como las principales fuentes económicas para la comunidad tiempo atrás (Carrasco y Padilla, 2016, pp. 1).

Como un depósito en el suelo del páramo es el carbono orgánico, mismo que es el responsable en la disminución e intervención de la contaminación ambiental; además de las actividades humanas como el deficiente manejo agrícola y ganadero resulta a la reducción de las concentraciones de carbono orgánico en el suelo (Carrasco y Padilla 2016, pp. 1).

PROBLEMÁTICA

Situación Problemática

La baja diversidad florística en la zona del páramo de Igualata derivada de actividades antrópicas como la agricultura y la ganadería conlleva bajos volúmenes de biomasa aérea y biomasa subterránea en el suelo, por lo que el secuestro del CO₂ en forma de carbono es reducida. Mientras que la emisión de CO₂ y CH₄ se ve incrementada principalmente por la ganadería extensiva y compactación del suelo que se desarrolló entre los años 90 (Loegaard et al, 1992 citado en MAE, 2013) en la zona de estudio ocasionando una degradación del recurso suelo. Por lo tanto, la ausencia de estudios florísticos del herbazal alto andino del páramo y de biomasa no permiten determinar la efectividad de procesos de restauración desarrollados en la zona de Igualata.

Por la problemática suscitada y el conocimiento real de la situación del páramo de Igualata manejado por la comunidad de Pichán Central; se promueve la estrategia de estudio para evaluar el proceso de conservación de este ecosistema frente al cambio climático.

Formulación del Problema

¿Existe una relación significativa entre la composición florística con el contenido de carbono orgánico total de la biomasa en el páramo Igualata, Chimborazo, Ecuador?

JUSTIFICACIÓN

El propósito del presente estudio es generar evidencia científica acerca de la importancia del páramo andino del sector, en cuanto a su aporte medido de la captura dióxido de carbono, reducción del gas en el ambiente, con el objetivo de equilibrar el efecto invernadero; ya que al proteger el páramo de Igualata, se evita la quema de la flora natural, el desgaste del suelo, las perturbaciones medio ambientales que generan las actividades antrópicas, así como también introducción de nuevas especies vegetales, causando la afectación a los humedales del sector (Carrasco y Padilla, 2016, pp. 1).

Los ecosistemas alto andinos o páramos en el Ecuador ocupan el 5 % del territorio nacional, de estos dependen directa o indirectamente la subsistencia y calidad de vida de sus habitantes por el uso de sus recursos, lo cual implica el estado de conservación de estos ecosistemas por lo que son sometidos a un proceso de degradación continuo e incontrolable (Hofstede, 2014, pp. 3).

La conservación del páramo mantiene principalmente las fases del agua, ya que permiten la transformación de la neblina por medio del ciclo del agua en un recurso hídrico que con el pasar del tiempo va en declive; también mantiene el carbono almacenado, pero gracias a la intervención antrópica por cambios de uso de suelo, corre el riesgo de que el carbono almacenado en el suelo se descomponga de su estado y se riegue a la atmósfera en estado de gas, como CO₂, que es el principal causante del calentamiento global (Díaz et al., 2015, pp. 65).

El principal objetivo de la biomasa del herbazal de páramo es secuestrar toneladas de carbono, tomando en cuenta variables como el relieve, cobertura vegetal, profundidad en que los estudios se realicen y la intensidad de intervención antrópica se presente (Torres, 2020, pp. 1); en consecuencia, al existir una diversidad florística de los ecosistemas de páramo (MAE, 2014), se ha creado la necesidad de reparar los daños causados por el hombre a estos ecosistemas, especialmente al recurso hídrico y edáfico por medio de estudios exhaustivos y profundos.

Una gestión sostenible especialmente de los suelos de los páramos andinos ayuda a la reducción de los efectos del cambio climático a través del almacenamiento de carbono orgánico y la disminución de las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) a la atmósfera; el sistema suelo como mecanismo para capturar carbono puede ser fácilmente reversible, tanto como sumidero de carbono y como emisor de CO₂ a la atmósfera (Caviglia et al., 2016). Por tanto, un estudio de análisis de la evaluación de la composición florística y su relación con la biomasa por medio del método GLORIA, busca generar suficiente información que fundamente el entendimiento del cambio climático y sus impactos en la biodiversidad existente en los ecosistemas de páramo (Cofre y Aguirre, 2016, pp. 2).

Mediante este estudio colaborativo en el programa “Building and Resilient Future for the Andean Páramo Ecosystem of Ecuador”, GIDAC, del proyecto: “Medios de Vida como estrategia para la gestión y la adaptación basada en Ecosistemas Pacha”, busca validar el mecanismo de

conservación y restauración establecido en el páramo de Igualata, a través de la cuantificación de Carbono orgánico, teniendo en cuenta los servicios ambientales que éstos prestan y su sensibilidad frente a los efectos del cambio climático, con la ayuda de las instituciones gubernamentales y autogestión (Carrasco et al., 2016, pp. 12).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Relacionar la composición florística con el contenido de carbono orgánico total de la biomasa del herbazal alto andino del páramo Igualata, Chimborazo, Ecuador.

Objetivos Específicos

- Evaluar el componente florístico en el ecosistema herbazal de páramo.
- Determinar el carbono orgánico total de la biomasa aérea y subterránea en el ecosistema herbazal de páramo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes de la investigación

Según Coronel (2016), en su trabajo de investigación sobre la determinación de la cantidad de carbono orgánico (COS) en suelo y cuantificación de la biomasa del páramo de la comunidad Chocaví perteneciente a la parroquia San Isidro, cantón Guano de la provincia de Chimborazo, donde identificó cuatro puntos de muestreo de las cuales fueron tomadas muestras de trencillas, paja y almohadilla, las mismas junto con las muestras de suelo de dos profundidades tomadas con el barreno de 1.20 m, posterior para ser analizadas en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias empleando la técnica de Walkle-Black. Como resultado final de su investigación la cantidad de Carbono Orgánico en el páramo de Chocaví fue: 3.39 % en el suelo 60 – 120 cm de profundidad, 6.21 % en el suelo 0 – 60 cm de profundidad, 40.03 % en la raíz de la almohadilla, 41,00 % en la almohadilla, 43.76 % en la raíz de la paja, 45.84 % en la paja, 49.09 % en la trencilla y 50.87 % en la raíz. Como resultado de su trabajo se concluye que el promedio de Carbono Orgánico para la biomasa es de 44.12% y para el carbono para el suelo es de 4.80% estadísticamente.

Según Carrasco y Padilla (2016), formularon una propuesta de conservación del páramo de Igualata administrado por la comunidad Pichán Central, en el cual analizaron los recursos naturales: clima, suelo, flora y agua; además evaluaron las condiciones meteorológicas del páramo. Entre sus técnicas emplearon el método colorimétrico Walkley-Black para el cálculo del porcentaje de carbono orgánico en suelo y biomasa, también el método del cilindro para la determinación de la densidad aparente del suelo, así como el método “Gloria” en la estimación de la densidad de flora presente en el sitio y para la calidad del agua aplicaron la Norma INEN 1108 y TULSMA. Sus resultados obtenidos fueron, para las condiciones meteorológicas: velocidad del viento 1,7 kt, temperatura 11,8 °C, humedad 100 %, punto de rocío -34 °C, presión barométrica 624,5 hPa y altitud de 3895,5 ft. Los promedios del porcentaje de carbono orgánico que obtuvieron fueron: paja 28%, almohadilla 39%, suelo 1 (0-0.7 m de profundidad) 19% y suelo 2 (0.7-1.2 m de profundidad). Además, identificaron 26 especies florales, 13 representativas del páramo, con una densidad de 5.73 especies por m².

Según Ruiz (2018), en su trabajo de investigación estimó el contenido del carbono orgánico en biomasa aérea, subterránea, necromasa y un inventario florístico en el ecosistema herbazal de páramo del territorio hídrico de la Microcuenca Cachipata, mediante un muestreo aleatorio, considerando 69 puntos de muestreo en cinco clases altitudinales a tres profundidades, obteniendo que la biomasa subterránea y necromasa en la quinta clase altitudinal existió mayor contenido de

carbono orgánico; en cuanto a biomasa subterránea el CO a tres profundidades obtuvo una variación inversamente proporcional a la profundidad, mientras que en relación a la altitud no presento diferencias significativas entre ellas. En cuanto a sus resultados, la diversidad florística registró 164 individuos agrupados en 11 especies y 8 familias; las especies con mayor valor de importancia fueron: *Calamagrostis intermedia* (55%), *Festuca procera* y *Pernettya prostrata*. Los índices de Shannon y Simpson fueron 0.72 y 0.86 respectivamente.

Según Rosero (2019), evaluó el Carbono Orgánico del Suelo en la Microcuenca del Río Chimborazo en base a las actividades antrópicas (agricultura y pastoreo); aplicó el protocolo GIDAC de acuerdo con el diseño experimental, recolectando dos muestras de 1 kg de suelo a dos profundidades: 0-30 cm y 30-60 cm un total de 78 muestras combinadas, analizó las propiedades fisicoquímicas, organolépticas, Materia Orgánica del suelo, y mediante el método de combustión directa estimó el contenido de carbono orgánico de suelo. Sus resultados indicaron que los suelos tienen un pH desde fuertemente ácido hasta neutro (5-7) según el manual internacional de fertilidad de suelos, una conductividad eléctrica promedio de 58.82 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estructura granular, textura franco-arenosa, humedad relativa aproximada del 20%, densidad aparente de 1.26 g/mL y un contenido de materia orgánica de 4.88%. El estadístico indicó que las actividades antrópicas y la profundidad del suelo influyeron de forma significativa en el contenido de carbono orgánico del suelo.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Páramo

Según la Ley de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Ecuador se define al Páramo como: “Un Ecosistema tropical alto andino que va desde los Andes septentrionales, entre el límite superior de los bosques andinos cerrados y las líneas de nieve perpetua, sitio caracterizado por una gran vegetación de herbáceas y arbustos, alta irradiación ultravioleta, bajas temperaturas y con altos contenidos de humedad” (Coronel, 2016, pp. 1).

1.2.2. Tipo de paramos en Ecuador

Los páramos del Ecuador varían según las condiciones climáticas que van desde páramos secos, como los del Chimborazo con precipitaciones de alrededor de 600 mm anuales, hasta los páramos húmedos en la vertiente oriental de la Cordillera Real con precipitaciones exuberantes de mayores a 3000 mm. (Rosero, 2019, pp. 6). La clasificación bioclimática ha dado origen a una variedad de ecosistemas, clasificado a los páramos así: secos, húmedos, semihúmedos, muy húmedos, superhúmedos y superhúmedos pluviales. El Chimborazo posee un páramo de tipo seco sobre

arenales (Haro, 2012, pp. 7). Acotando a lo anterior, por las condiciones presentes en algunos páramos se obtiene un suelo arenoso mismo que resulta de procesos erosivos intensos, por ejemplo, se tiene los arenales de la provincia de Chimborazo.

Según MAE (2012), define los siguientes tipos de páramos en Ecuador:

- El Páramo Arbustivo de los Andes del Sur con una extensión de 13.947 Ha.
- El Páramo de Frailejones con una extensión de 24.593 Ha.
- El Páramo de Pajonal con una extensión de 911.367 Ha.
- El Páramo Herbáceo de Almohadillas con una extensión de 147.229 Ha.
- El Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas con una extensión de 70.363 Ha.
- El Páramo Pantanoso 32.257 Páramo Seco con una extensión de 17.797 Ha.
- El Páramo sobre Arenaless con una extensión de 16.298 Ha.
- El Superpáramo con una extensión de 18.951 Ha.
- El Superpáramo Azonal con una extensión de 7.416 Ha.

1.2.3. Valor y servicios de los páramos

Según Carrasco y Padilla (2016), el valor de los páramos andinos tiene varias funciones desde diferentes puntos estratégicos, así tenemos:

- Uso de recursos para actividades económicas, entre las cuales está la agricultura agroecológica (suelos de cultivo), uso del agua para riego, consumo y generación de energía, además en la minería sustentable para la extracción de recursos naturales como por ejemplo el oro.
- Funciones ecológicas, como la regulación del líquido hídrico, la captura de C, la protección del suelo con su respectiva flora y fauna, además de la conservación de la biodiversidad
- Como parte investigativa y de recreación, está el turismo, caminatas ecológicas e investigación científica de universidades u otra institución.
- Y entre los servicios que ofrecen están como fuente de agua, paisajístico, prestaciones de servicio a la comunidad, prestaciones económicas y acogimiento de diversidad de ecosistemas

1.2.4. Paramo a nivel nacional y provincial

Tabla 1-1: Tipo de páramo pajonal y superficie total de páramo en el Ecuador.

Definición	Ha	%
Tipologías de páramos a nivel nacional.	1.260.217,81	100,00
Páramo de pajonal a nivel nacional.	911.367,03	72,32

Fuente: (Hofstede, 2014).

En estos páramos en tema climatológico el promedio de la temperatura diaria fluctúa entre los -3°C y +20°C con una precipitación anual que varía desde 500 hasta sobre 3.000 milímetros, presentándose así una débil evaporación. En tal entorno climático y altitudinal, se desarrolla un tipo de vegetación muy particular. Pero dentro del nombre genérico de páramo existe una fuerte diversidad, tanto a nivel botánico como en lo concerniente a las condiciones climáticas y edafológicas (Hofstede, 2014, pp. 6).

Tabla 1-2: Distribución por provincia de los tipos de páramo en el Ecuador.

Provincia	Extensión total provincia(ha)	Extensión total de Páramos (ha)	Tipos de páramo	Ha
Chimborazo	652,706	194,695	Páramo de Pajonal	184757
			Páramo Herbáceo de Almohadillas.	3660
			Páramo Seco	1464
			Páramo sobre Arenales	2666
			Superáramo	2148
			Áreas diferentes a páramo	458012

Fuente: (Hofstede,2014). Los páramos Andinos.

Años atrás los páramos en el Ecuador continental cubrían una superficie de 12.560 km², y representaban un 5% del territorio, proveyéndose de esa manera el aprovechamiento de agua para la mayor parte de la población especialmente de la Sierra ecuatoriana. En decir, esta fuente de agua se debe principalmente a los suelos de nuestros páramos que tienen una capacidad de regulación de los flujos hídricos y permiten su aprovechamiento permanente, además de ello los múltiples servicios ecosistémicos como el flujo de carbono en cada estrato de estos hábitats (Haro, 2012).

1.2.5. La biodiversidad de los páramos

En los páramos especialmente en Ecuador tenemos un total de 628 especies endémicas presentes en área, y un 15 % del total representa la flora endémica del país (León et al., 2011, pp. 34).

Según Mena y Medina (2006), la estructura de los páramos está conformada por una gran biodiversidad y gira alrededor de tres factores principales:

- 1) La ubicación de la línea ecuatorial.
- 2) La ubicación de la Cordillera de los Andes, región Sierra centro.
- 3) Presencia de la fuente húmeda amazónica, corrientes marinas frías y cálidas frente a las costas del país.

Por lo tanto, producto de bajas temperaturas y la alta neblina e irradiación solar, se ven perjudicados los seres vivos presentes en el área (principalmente plantas, aves, anfibios y mamíferos) (Carrasco y Padilla 2016, pp. 22).

1.2.6. Importancia ambiental de los páramos

La principal característica del páramo es como almacenador y distribuidor del agua proveniente de las lluvias, los deshielos y la condensación de la neblina, mismos que se basa en una estructura principal de sus suelos, además de funcionar como una esponja que recoge y distribuye el agua de manera constante y limpia, incluso en épocas de sequía. El páramo constituye un elemento de alta fragilidad que puede ser perturbado de manera fuerte por las actividades antrópicas. Esta estructura no se recupera como lo hace la de una esponja típica y por tanto pierde su capacidad de retención hídrica una vez que se ha alterado por cualquier índole (Coronel, 2016, pp. 11).

1.2.7. Método Gloria

Siendo los páramos excepcionales por su posición, su geomorfología en su estructura, su clima tan específico, su hidrología y su gran vegetación. Califican como zonas idóneas para el estudio del análisis de cambio climático y contenido de carbono. Por tanto, el método consiste en establecer, mantener y realizar observaciones in situ de las conformaciones vegetales en función al objetivo del estudio del que sería el cambio climático (Pauli et al., 2015, pp. 16).

El método Gloria presta su atención en el estrato de la biozona alpina especialmente centrándose en el páramo que se encuentra distribuida por todo el mundo a diferentes altitudes zonales. La zona establecida para el método Gloria debe contar con un conjunto de cimas que representa un gradiente altitudinal que va desde límite superior de los árboles, dado el caso, hasta los límites de la vegetación. Esta a su vez, consiste en elegir un conjunto de cimas específicas, diferenciando los estratos de la vegetación del páramo, previo identificado a lo largo del gradiente altitudinal del área (Pauli et al., 2015, pp. 17).

1.2.7.1. Transectos

Esta metodología es utilizada por su rapidez y heterogeneidad para mostrar la vegetación presente en un área. Por tanto, un transecto es representada de forma geométrica como el cuadrado o rectángulo, en un lugar específico mide parámetros determinados por la vegetación en estudio del sitio, además el tamaño de los transectos puede ser muy variable y depende del grupo de especies vegetales a tomar en cuenta para la medición. Los técnicos en el área forestal, el un inventario de una explícita área forestal, utilizan un tipo de transectos de por ejemplo (10 x 100 m), o de (20 x 100 m), dependiendo del caso, es decir, un muestreo lo representan de acuerdo al interés de los investigadores y a los resultados que quieran llegar según su estudio (Bonifacio, 2000, pp. 21).

1.2.7.2. Cuadrantes

Este método es una de las formas más simples para realizar un muestreo de la vegetación de un determinado lugar. En los cuadrantes se realizan muestreos homogéneos de menor impacto en comparación al método de los transectos antes mencionados. Así, este método consiste en situar un cuadrado sobre determinada vegetación para obtener su densidad, cobertura y frecuencia de las especies vegetales en herbáceas. Además, favorece de la rapidez del muestreo, y el tamaño, densidad de las especies vegetales a tomar en consideración (Bonifacio, 2000, pp. 22).

1.2.7.3. Método del punto centro cuadrado

Este método es referenciado para el muestro arbóreo, y las ventajas de este método es la rapidez, con un mínimo requerimiento en el equipamiento y utilización de la mano de obra. Está basado en 4 puntos y reside en ubicar los puntos a muestrear a lo largo de una línea imaginaria, a una determinada distancia de entre los (10 o 50 m), a este se debe ubicar un punto inicial, por lo que en este punto se cruza líneas imaginarias y así obtendremos 4 cuadrantes con ángulos de 90° cada uno. En cada cuadrante especificado se debe ubicar el árbol o los árboles más cercanos al punto central y se debe medir la distancia respectiva (Bonifacio, 2000, pp. 23).

1.2.8. Ciclo del carbono

En la atmósfera encontramos el carbono en forma de CO₂, este es un gas incoloro, inodoro e insípido. El carbono también se encuentra contenido en sedimentos y en rocas, en forma sólida. También se lo encuentra en los océanos en forma de bicarbonatos, carbonatos y biomasa terrestre. El CO₂ se produce durante los procesos vitales de las células aeróbicas, proceso conocido como Fotosíntesis; durante la Respiración las células producen CO₂; quema de combustibles fósiles en industrias, y en todo tipo de motores que use combustibles fósiles; durante las erupciones

volcánicas las rocas de la corteza terrestre se funden y desprenden Carbono. Estos procesos son los causantes de la emisión de carbono. Existen 700 billones de kilogramos de CO₂ en la atmósfera, el 20% de esta cantidad es transformada cada año por plantas y organismos, debido a la fotosíntesis, producto de esta acción se obtiene el oxígeno, elemento indispensable en el que se transforma el CO₂ atmosférico y el agua absorbida por la planta, junto con la acción de la luz solar, en hidratos de carbono y produciendo oxígeno. El CO₂ también es expulsado hacia la atmósfera por los procesos de respiración animal y descomposición, estos dos procesos se encuentran equilibrados en la naturaleza, sólo un ligero cambio que se dé, cualquier alteración al ciclo preestablecido, afecta de manera irreversible a la formación del CO₂ en el planeta. Cambios como quema de las formas fijas de carbono o destrucción de la biomasa, son los principales causantes de un desequilibrio en el ciclo del carbono (Coronel, 2016, pp. 12).

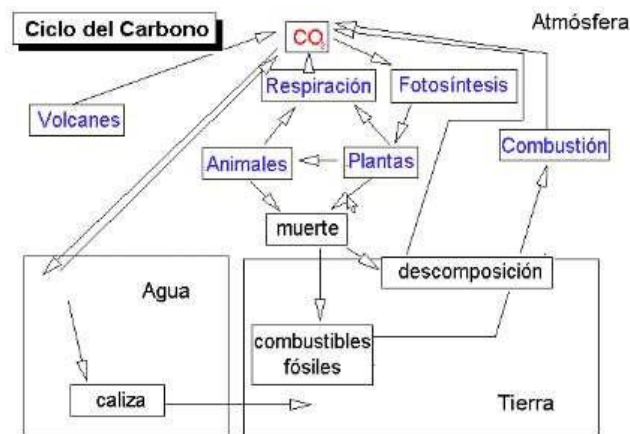


Figura 1-1: Ciclo del carbono

Fuente: (Gonzalez y Raisman, 2000).

El pajonal de páramo tiene máximo 40 toneladas por hectárea de materia seca en su vegetación, o sea, al quemar la vegetación se pierden máximas 20 toneladas de Carbono elemental (Haro, 2012).

1.2.9. Carbono Orgánico del Suelo

El carbono orgánico del suelo es aquella fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en los diferentes estados de descomposición. Los procesos que aumentan el contenido del COS son la producción de masa, la humificación, la agregación y la deposición de sedimentos; en cambio los factores que disminuyen el COS son la erosión, la lixiviación y la descomposición de materia orgánica (Amaguaya, 2015, pp. 7).

Según estudios realizados mencionan que la cantidad de carbono orgánico del suelo depende directamente de la cantidad de materia orgánica presente en el suelo; por lo tanto, los cambios en su uso o impacto directo provocan una variación en la cantidad del carbono orgánico del suelo que puede ser absorbida, además de provocar consecuencias serias de erosión y pérdida de

servicios ecosistémicos (Rosero, 2019, pp. 13).

1.2.10. Captura de carbono en las plantas

El contenido de carbono almacenado en la vegetación de los diferentes ecosistemas corresponde a la suma del contenido de la biomasa aérea que corresponde a aquella biomasa presente en el tronco, hojas ramas y follaje y de la biomasa subterránea de las raíces, mismas que tienen un tiempo de vida determinado, después del cual se degradan aportando CO₂ al suelo y a la atmósfera (Coronel, 2016, pp. 14).

A través de lo que conforman las estructuras estomas de las plantas superiores captan el dióxido de carbono (CO₂) el cual es procesado a través de la fotosíntesis y es fijado a través de los carbohidratos que a su vez se incorpora a los tejidos vegetales como son las hojas, raíces y tejidos leñosos; este proceso conocido como Producción Primaria Bruta, la cual se ha estimado de forma global en 120 PgC/año. De este proceso se libera, a través de la espiración autotrófica generada por los tejidos vegetales, cierta cantidad de CO₂ que regresa a la atmósfera y se estima que es la mitad de la producción primaria bruta (60 PgC/año) al cual se le conoce como Producción Primaria Neta (Catañeda, 2016). Aproximadamente el 90 % del CO₂ almacenado lo podemos encontrar en la biomasa es decir en la materia seca (Coronel, 2016, pp. 15).

1.2.11. Ciclo de carbono almacenamiento y transferencia entre atmósfera, biosfera y litósfera

El ciclo de carbono está determinado por el almacenamiento y la transferencia entre la atmósfera, biósfera, litósfera y océanos en todo el planeta de moléculas simples constituidas por el elemento carbono C. La diferencia entre un stock y un flujo de carbono, es que el stock de carbono es todo aquello que se encuentra almacenado en los diferentes componentes y los flujos son todos aquellos procesos que afectan el stock (Ruiz, 2018, pp. 12).

1.2.12. Estimación indirecta del contenido de carbono en la biomasa

Para la estimación indirecta por hectárea del total contenido de carbono en la biomasa, aproximadamente el 50 % de la biomasa vegetal correspondería al carbono, por lo cual para estimar o calcular el carbono almacenado total en el suelo se multiplicaría la biomasa total (BT) por el factor (0,5) en ausencia de información específica (Quiceno et al., 2016, pp. 185).

1.2.13. Índices de diversidad

Un índice de diversidad se define como una medida del número de especies en una unidad de muestreo (Consultora Efficãcitas, 2017). Además, representan una expresión de la estructura que

resulta de las formas de interacción entre elementos de un sistema (Ruiz, 2018, pp. 13).

1.2.13.1. Índice de Shannon-Wiener

Se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad. Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores como por ejemplo los bosques, y de valores menores como en algunas zonas desérticas. La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. Toma en cuenta dos aspectos de la diversidad, la riqueza de las especies y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie (Consultora Efficacitas, 2017).

1.2.13.2. Índice de Simpson

El índice de Simpson o índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos en los ecosistemas. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat específico. En sus cálculos toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. Este índice representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie (Consultora Efficacitas, 2017).

1.3. Bases conceptuales

1.3.1. Herbazal alto andino

Es un herbazal abundante simbolizado por gramíneas amacolladas, estas mayores a 50 cm de altura; además, abarca una mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador que se extiende a lo largo de los Andes desde el Carchi hasta Loja. También es característico del piso montano alto superior localizado generalmente en los valles glaciares, laderas de vertientes y llanuras subglaciales sobre los 3400 msnm específicamente (MAE, 2013).

1.3.2. Biomasa

La biomasa es la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias, incluidas la pesca y la acuicultura, así como también la fracción biológica degradable de los residuos industriales y municipales (Holmgren, 2005, pp. 7).

1.3.3. Biomasa aérea

Se la conoce como toda la biomasa viva ubicada encima o sobre el suelo, siendo el tocón, el tronco, las hojas, las ramas, entre otras partes específicas de las especies vegetales (Holmgren, 2005, pp. 7).

1.3.4. Biomasa subterránea

La biomasa subterránea es toda aquella biomasa viva de las raíces debajo del suelo. Las raíces pequeñas de menos de 2 mm de diámetro están excluidas porque éstas a menudo no pueden distinguirse en su conteo de la materia orgánica del suelo u hojarasca (Holmgren, 2005, pp. 9).

1.3.5. Diversidad Florística

La diversidad florística se identifica en el páramo por sus características fisiológicas y su capacidad para adaptarse a las extremas condiciones del clima, sus suelos y la topografía. Entre las formaciones que sirven para la defensa del viento y frío producido por su altitud, son las formaciones de rosetas, además en la agrupación arbustiva, el desarrollo de hojas coriáceas que reducen la pérdida de agua por transpiración, la formación de cubiertas de pelos en hojas para captar el agua de lluvia o de rocío, la permanencia de hojas muertas sobre los tallos (mantiene la temperatura, atrapa residuos orgánicos, almacena agua), la formación de macollas (trampa de material orgánico y de humedad), y las diferentes agrupaciones de varias plantas pequeñas en cojines, entre otros (Bayas, 2015, pp. 24).

1.3.6. Inventario florístico

El Ecuador es un país diverso por naturaleza, con una diversidad de especies por inventariar. Un inventario normalmente se refiere al listado de las especies encontradas en un lugar determinado, para de esta manera, tener una noción de la biodiversidad que presenta en el área de estudio (Cargua y Rodríguez, 2014, pp. 6).

1.3.7. Composición florística

La composición florística se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, comúnmente teniendo en cuenta su densidad, su distribución y su biomasa (Cano y Stevenson, 2009).

1.3.8. Sumidero de carbono

El sistema natural del suelo es considerado uno de los mayores sumideros de carbono que beneficia a la mitigación del cambio climático (Rojas, Andrade y Segura, 2018, pp. 52), debido a la gran capacidad de almacenamiento y captura del carbono de la atmósfera, es por esta razón que el páramo es un sistema estratégico de interés nacional e internacional (Fernández et al., 2019, pp. 123).

1.4. Base legal

Coronel (2016), propone los siguientes enunciados sobre la Constitución ecuatoriana en su afán por preservar la biodiversidad los ecosistemas frágiles:

- Constitución de la República del Ecuador
- Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre
- De la conservación de la biodiversidad:
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)
- Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA), Parte I.

En ciertos espacios, dada su naturaleza especial de "protección", no pueden realizarse otras actividades que no sean las establecidas en la (MAE 2004), tal como lo dispone el Art. 68 cuando dice que: "El patrimonio de áreas naturales del Estado deberá conservarse inalterado", bajo categorías importantes como la de ser inalienable, no enajenable, ser imprescriptible, y no pudiendo constituirse ningún derecho real sobre él.

Una parte significativa del bioma páramo está dentro del (MAE, 2013), lo que a pesar de no existir legislación específica vinculada con este ecosistema, le determina a que la ley ambiental de alguna manera regule algunos de sus principales usos; en ese sentido, es muy importante que los páramos formen parte del patrimonio de áreas protegidas bajo categorías de manejo tales como: reservas ecológicas, biológicas, áreas nacionales, parques nacionales, entre otras (MAE 2012).

Además, está de forma representativa el (MAE, 2017), donde menciona según el Art. 231.- "Todos los ecosistemas nativos, en especial los páramos, manglares, humedales y bosques naturales en cualquier grado de intervención, por cuanto brindan importantes servicios ecológicos y ambientales", constituyen ecosistemas altamente lesionables para los efectos establecidos en el artículo 78 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Las multas que se impusieron por infracciones a la ley, serán establecidas mediante informe pericial, elaborado por un funcionario técnico del Ministerio del Ambiente.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño Experimental

2.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es cuasi experimental; ya que representa un estudio de valor ambiental representativo en el país, cuya finalidad fue recabar información y determinar características que corresponden al suelo perteneciente al ecosistema de herbazal de páramo presente en el páramo Igualata cantón Guano de la provincia de Chimborazo. Además de un enfoque técnico en inventario florístico, para la correlación con los resultados de los análisis de laboratorio producto del muestreo del suelo realizado en el páramo.

2.1.2 Identificación de variables

2.1.2.1. Variables independientes

- Composición florística

2.1.2.2. Variables dependientes

- Biomasa

2.1.3 Diseño de la investigación

Para el presente estudio se utilizó el método de investigación mixta, la misma que implicó la recolección y análisis de datos de tipo cuantitativos, siendo estos el tipo de páramo, zonas de vida, actividades antrópicas, inventario florístico etc., mismas que generaron criterios y permitieron especificar los parámetros medidos; es decir que se usaron valores numéricos y de caracterización para particularizar los resultados y aceptar o rechazar la hipótesis del problema en cuestión.

2.2. Metodología

2.2.1 Localización del estudio

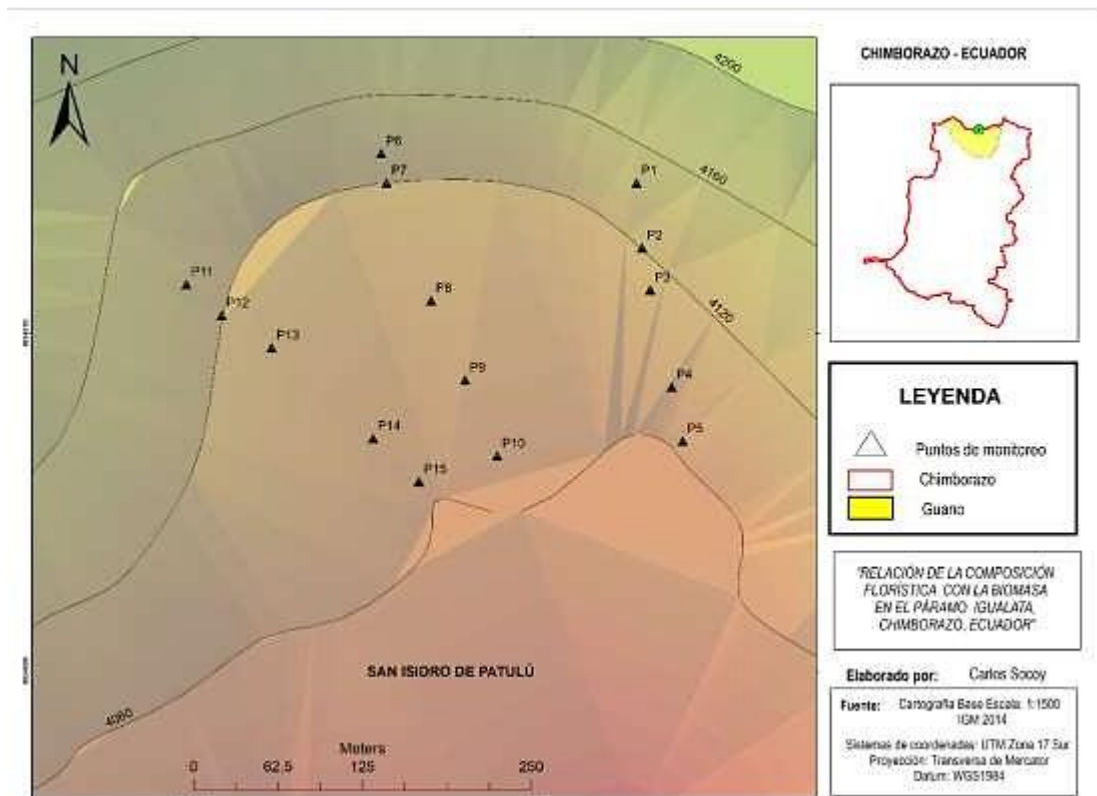


Gráfico 2-1: Localización del estudio.

Fuente: (IGM, 2014).

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

La presente investigación se llevó a cabo en el páramo de Igualata bajo la jurisdicción de la comunidad de Pichán Central, perteneciente a la comunidad de Chocaví Central, parroquia San Isidro del cantón Guano de la provincia de Chimborazo, ubicado en la Zona 17 correspondiente al Ecuador continental, y bajo las características climáticas de temperaturas de 6-8 °C y una precipitación promedio de 500 a 750 mm/m². (Haro, 2012).

2.2.2. Población de estudio

El páramo de Igualata bajo la jurisdicción de la Comunidad de Pichán Central cuenta con un área de conservación bajo convenio con el Gobierno Provincial de Chimborazo (0079_PRCP_GADPCH_2014_26_02_2015) (GADPCH, 2020), con una superficie de 20.24 ha de influencia directa bajo la metodología de regeneración natural asistida (barrera física).

2.2.3. *Tamaño de la muestra*

2.2.2.1. *Puntos de monitoreo*

Para la implementación de los puntos de monitoreo, se realizaron las respectivas salidas de campo previas; con la finalidad de evaluar cada una de las unidades de muestreo. Los parámetros considerados fueron: topografía (altitudes), accesibilidad y aspectos biofísicos; los mismos que sirvieron de base para ubicar cada uno de los puntos de monitoreo (Galmés, 2020, pp. 6).

2.2.4. *Método de muestreo*

Para la presente investigación se aplicó un método de muestreo probabilístico aleatorio por estratos; tanto para la densidad de flora, biomasa aérea y subterránea.

Para la densidad de la flora se utilizó el método Gloria, en el cual se realizó un inventario florístico (arbóreo, arbustos y herbáceas), además se identificó zonas de regeneración natural; citado de (MAE 2012); en cada punto de monitoreo se procedió a realizar la identificación y posterior la contabilización de diferentes especies de flora por medio del establecimiento de 5 parcelas distribuidas en 2 estratos (Herbazal de páramo, herbazal inundable de páramo) y en 3 parcelas se determinaron regeneración natural, distribuidos por rangos altitudinales, comenzando desde los 4084.17 m.s.n.m. hasta los 4124.39 m.s.n.m., en total 8 puntos de monitoreo.

Para cuantificar el contenido de carbono en las muestras de biomasa área y biomasa subterránea se determinó 15 puntos de muestreo, distribuidos a 2 profundidades en 2 repeticiones (Carrasco et al., 2016, pp. 12).

2.2.4.1. *Método Gloria*

La metodología GLORIA (Iniciativa para el seguimiento y la investigación Global de los Ambientes Andinos), establece dos cuadrantes de (5 x 5 m), los mismos distribuidos al azar en rangos de altitud de 10 m entre sí; cada uno de estos se divididos en sub cuadrantes de 1 x 1 m, el levantamiento de información realizado en los cuatro cuadrados de las esquinas laterales, cada uno de los sub cuadrantes subdividido en cuadrículas de (10 x 10 cm), para lo cual un cuadrado de madera realizado artesanalmente a manera de rejilla con hilo fino distribuido cada 10 cm, para llegar a las coordenadas seleccionadas y poder implantar estas parcelas, para su ubicación correcta un GPS. Una vez en el campo identificar el sitio y los puntos de monitoreo. (Figura 2-2), (Gráfico 2-2) (Pauli et al., 2015, pp. 16).

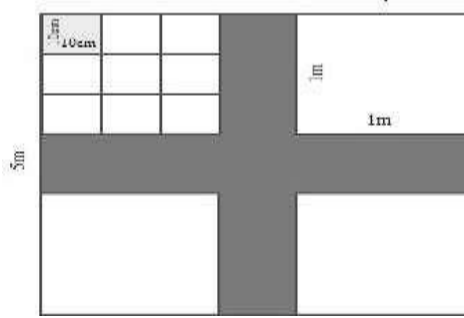


Figura 2-2: Metodología Gloria

Fuente: (Ruiz, 2018).



Gráfico 2-2: Metodología Gloria.

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

A la par del inventario a las muestras de flora se utilizaron manuales de identificación y se procedió a tomar fotografías con una cámara de alta resolución; en el caso de no lograrlas identificarlas se procedió a transportarlas mediante una prensa de madera con papel periódico con el objetivo de secarlas para su identificación en oficina. Posteriormente las especies fueron tabuladas de acuerdo a su código, frecuencia, nombre científico y familia para cada punto de muestreo realizado.

2.2.4.2. Índices de diversidad (ID)

A continuación, se describirá los métodos a utilizar en este estudio:

Índice de diversidad de Simpson (IDS)

El Índice de Simpson muestra que dos especies que fueron escogidos al azar dentro de un inventario corresponden a la misma especie, por tanto, el valor de este índice se encuentra entre 0 y 1 (Tabla 2- 3), si solo existe una especie el valor del índice será 1. Si la riqueza y la equitatividad de estas especies van en aumento el valor será 0, ya que mientras mayor sea el índice existirá menor cantidad de diversidad (Zurita et al., 2021, pp. 807).

Tabla 2-3: Interpretación de la diversidad

Valores	Interpretación
0.00 – 0.35	Diversidad baja
0.36 – 0.75	Diversidad mediana
0.76 – 1.00	Diversidad alta

Fuente: (Smith, 2007).

Formula:

$$D = \frac{\sum_i^s 1^n i(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

D = Índice de Simpson

S = número de especies

ni = número de individuos totales presentes, i respecto al total de individuos (es decir la abundancia de la especie i).

N= número de individuos por especie.

Índice de Shannon-Weaver (H')

El índice de diversidad de Shannon mide el grado promedio de incertidumbre para conocer a que especie pertenece el individuo escogido al azar, es decir expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, si la diversidad es baja, indica que la especie determinada es alta y si la diversidad es alta nos indica que la especie está tomada al azar (Zurita et al., 2021, pp. 808).

Formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \log_2 pi$$

Donde:

H' = Índice de Shannon

S = Número de especies (la riqueza de especies)

pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

2.2.4.3. Biomasa subterránea

Para la determinación de biomasa subterránea se estableció 15 puntos de monitoreo de los cuales se extrajo dos muestras de suelo de 0.25 m de profundidad a un volumen conocido (132,01 m3), que posterior sirvió para el cálculo de carbono de raicillas.

Según el manual de campo para la evaluación nacional forestal y sistema nacional de monitoreo

forestal dictaminada por MAE (2012), propone la siguiente metodología aplicada en campo para el tema de biomasa subterránea.

De manera detallada el procedimiento a seguir será el siguiente:

- Se removió la hojarasca hasta que se pueda observar el suelo limpio (únicamente con fibras menores a 2 mm) en los quince puntos de muestreo.
- Para facilitar la recolección se introdujo un cilindro (barreno) de volumen conocido de forma perpendicular al perfil del suelo a 0.25 m de profundidad, golpeamos hasta que la muestra del suelo ocupe toda la capacidad del cilindro (barreno).
- Realizando una mínima palanca, se extrajo el cilindro con una cantidad de pan de tierra y con la ayuda de un cuchillo o espátula cortar al ras la muestra del suelo.
- Se depositó la muestra de suelo en una funda plástica, la misma que será cerrada herméticamente y etiquetada con el código correspondiente.
- Este mismo procedimiento se tomó dos muestras hasta 0.25 m de profundidad. Esto permitió medir efectivamente los cambios en el contenido de carbono de las raicillas del suelo.
- Si en un punto de muestreo se encuentra obstáculos como raíces aéreas, raíces gruesas, rocas árboles caídos u otros, tomamos la muestra en un punto sin obstáculos adyacente o muy cercano.
- Las muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio definido luego de terminada cada jornada de medición en campo.

2.2.4.4. *Biomasa aérea*

Según el manual de campo para la evaluación nacional forestal y sistema nacional de monitoreo forestal dictaminada por MAE (2012), propone la siguiente metodología aplicada en campo para el tema de biomasa aérea.

Medición de biomasa de sotobosque y de arbustos, hierbas/cultivos en CUT fuera de bosque

La concepción de árboles fuera de bosque se estableció para medir la biomasa en todas las cinco Clases de Uso de Tierra diferentes de bosque, del nivel I de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Para medir la biomasa aérea y carbono de los suelos en las CUT fuera de bosque se siguió el procedimiento como si se tratara de una parcela ocupada por bosque; es decir, se trazó la parcela de 0.5 x 0.5 m y las parcelas anidadas o sub-parcelas, y se realizaron las mediciones de todas las variables consideradas, poniendo énfasis en la aplicación de las mediciones.

El procedimiento para el muestreo de la biomasa de sotobosque fue el siguiente:

- Para los estratos de bosque siempre verde andino de ceja andina, páramo, cultivos y pastos cultivados se utilizó la sub-parcela de 0.5 x 0.5 m que permite la medición de surales.
- Se procedió a cortar todo el material vegetal vivo < a 10 cm de DAP (< 5 cm para ceja andina) al ras de suelo hasta los bordes exactos de la sub-parcela.
- El total del material fue pesado en la balanza y registrado en el formulario de campo.
- Se tomó una sub-muestra representativa del material vegetal, y fue enviado al laboratorio para obtener el peso seco y las sub-muestras de sotobosque fueron debidamente codificadas.

2.2.4.5. Medición de árboles en regeneración

Según el manual de campo para la evaluación nacional forestal y sistema nacional de monitoreo forestal dictaminada por MAE (2012), propone la siguiente metodología aplicada en campo para el tema de regeneración.

Se consideró como regeneración natural a todos aquellos árboles jóvenes mayores a 0.30 m de altura y con DAP < 10 cm DAP (< 5 cm para ceja andina). Fueron evaluados en la parcela circular de 3,98 m de radio, (50 m²). El centro de esta parcela anidada se ubicó 5 m al oeste y 5 m al norte del punto de inicio de la faja 1.

El procedimiento de trazado de la parcela y la medición de estos individuos será el siguiente:

- Para trazar la parcela, se utilizó una cuerda con el largo exacto definido (3,98 m), en un extremo de la cuerda colocamos en el centro de la parcela y el otro extremo giramos en sentido de las manecillas del reloj y al mismo tiempo contamos todos los árboles menores de DAP < 10 cm, diferenciados por especie.
- Para el registro de la regeneración se consideró para la medición: a) Los arbolitos que alcancen desde 30 cm a 1,3 m de altura, y b) menores a 10 cm de DAP (como base para análisis de sucesión y manejo forestal).
- Posteriormente para el cálculo de la cantidad de carbono por parcela se aplicará las fórmulas de la biomasa aérea y subterránea.

2.2.5. Técnica de recolección de datos

Para la identificación en campo de las especies inventariadas se utilizó manuales técnicos de identificación florística de especies de páramo, a su vez, se llevó un registro fotográfico con las especies que no se pudieron identificar in situ, para posterior realizar la identificación en oficina,

además, mediante el uso de fichas técnicas de identificación se registró el número total de individuos de flora por cuadrantes.

2.2.5.1. *Secado en laboratorio y determinación de materia seca*

Las muestras serán llevadas al laboratorio de la facultad de Ciencias, donde serán secadas en horno a una temperatura de 105 °C recomendada por (Cargua et al., 2014, pp. 64). El tiempo de secado se extenderá hasta que la muestra alcance un peso constante, aproximadamente luego de 24 horas.

2.2.5.2. *Cálculos para estimar el carbono acumulado de la Biomasa aérea*

Para la determinación de carbono acumulado en la biomasa aérea mediante fórmulas matemáticas se procedió a considerar las tomadas de (Rügnitz et al., 2008, pp. 34).

Paso 1. Para determinar el contenido de humedad en relación del peso húmedo y seco en este depósito se obtiene de la siguiente manera:

$$CH = \frac{Phs - Pss}{Pss} \times 100$$

Dónde:

CH = contenido de humedad (%)

Phs = peso húmedo sub muestra (g)

Pss = peso seco sub muestra (g)

Una vez analizado el contenido de humedad presente en los estratos, se procede a calcular el peso seco (kg).

$$Ps = \frac{Phs}{1000} \times (Phs - Pss)$$

Dónde:

Ps = Peso seco (Kg)

Factor 1000 = conversión de las unidades de la muestra de g a Kg

Phs = peso húmedo sub muestra (g)

Pss = peso seco sub muestra (g)

Paso 2. Cálculo de la cantidad de carbono en la biomasa aérea por hectárea.

Paso 3. Tamaño del marco, 0.5 x 0.5 m/0,25 m².

La cantidad total de peso seco en cuanto a la biomasa aérea por Ha fue calculada a partir del tamaño del muestreo (0,25 m²), obteniendo su resultado en las unidades correspondientes de la muestra de kg C a Mg C.

$$\text{Peso seco (Mg/ Ha)} = ((\text{Ps} * 10000 \text{ m}^2) / 0,25 \text{ m}^2) / 1000$$

Donde:

Ps = Peso seco (Kg)

Factor 1000 = conversión de las unidades de la muestra de Kg a Mg Factor 10000 = conversión del área a hectárea

Paso 4. Cálculo de la cantidad de carbono en la muestra de la vegetación no arbórea

$$\text{Carbono (Mg C Ha)} = \text{Ps} * \text{CF}$$

Donde:

Ps = Peso seco (Mg/Ha)

CF = Representa la fracción de carbono (C) calculada en el laboratorio bajo el valor del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) 0,5.

2.2.5.3. Cálculos para estimar el carbono acumulado de la Biomasa subterránea

Para la determinación de carbono acumulado en la biomasa subterránea mediante fórmulas matemáticas se procedió a considerar las tomadas de (Rügnitz et al., 2008, pp. 36).

Paso 1. Para determinar el contenido de carbono en la biomasa subterránea, se utilizó el método del “cilindro de volumen conocido” como se presenta a continuación:

$$v = \pi \times r^2 \times h$$

Donde,

r= equivale al radio (en cm) h= a la altura (en cm)

Paso 2. Una vez calculado el volumen del cilindro por medio de la formula; se secó la muestra en la estufa a 105° C hasta obtener un peso constante (Cargua y Rodriguez, 2014, pp. 65), o el peso de la muestra seca (Ps), para así calcular la biomasa seca:

$$B_s = \frac{P_{ss}}{v}$$

Donde:

Bs= Biomasa seca (g/cm³)

Pss= Peso seco

V= Volumen de la muestra (cm³)

Paso 3. El carbono contenido en la biomasa subterránea (en gr C/cm²) se calculó a partir de los valores de porcentaje de carbono, biomasa seca y volumen de la muestra con la siguiente fórmula:

$$\text{Carbono (Mg C Ha)} = \text{Bs} * \text{FC}$$

Dónde:

Bs = Biomasa seca (g/cm³)

CF= es la fracción de carbono determinada en el laboratorio o utilizando el valor del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) igual a 0,5.

Posteriormente, los resultados dados en g/cm³ se extrapolan a valores por Mg/Ha.

2.2.6. Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva y análisis de normalidad de datos con sus respectivas graficas de barras; además, se realizó una matriz de correlación de Pearson para relacionar el carbono aéreo y subterráneo; contenido de humedad de la biomasa aérea y subterránea; carbono aéreo y subterráneo de regeneración. Para este análisis estadístico se utilizó el software MINITAB V17 (Minitab, 2016).

CAPÍTULO III

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis e interpretación de resultados

3.1.1. Determinación de la densidad de flora

Tabla 3-4: Estratos con sus puntos de muestreo de flora.

Punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud	Estrato
	X	Y		
Parcela 01	76293.00	9834304.00	4109.90	Humedal
Parcela 02	762999.54	9834365.28	4124.39	Humedal
Parcela 03	762859.00	9834350.00	4119.12	Páramo
Parcela 04	762859.00	9834330.00	4116.42	Humedal
Parcela 05	762792.00	9834208.00	4113.53	Humedal
Parcela 06	762899.00	9834195.00	4093.66	Humedal
Parcela 07	762887.62	9834218.17	4098.21	Páramo
Parcela 08	763045.51	9834182.68	4084.17	Páramo


Fuente: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).








Realizado por: Socoy, Carlos, 2021 - GIDAC




Se estableció 8 parcelas por el método GLORIA como se muestra en la Tabla 3-4, donde se presentó dos tipos de estratos, humedal y páramo, descritos en la clasificación de suelos (MAE, 2014); a su vez ubicados en diferentes altitudes, georreferenciados en campo.

3.1.2. Inventario florístico de las especies de flora

Tabla 3-5: Especies de plantas encontradas frecuentemente en el páramo Iguata.

Código	Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Total, de individuos
Sp1		<i>Gunnera magellanica</i>	Geranio de Páramo	Gunneraceae	28

Sp2		<i>Valeriana plantaginea</i>	Sacha Tugro	Caprifoliaceae	31
Sp3		<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja	Poaceae	27
Sp4		<i>Gentianella rupicola</i>	Copos Rojos	Gentianaceae	7
Sp5		<i>Polylepis incana</i>	Yagual, Pantag	Rosaceae	32
Sp6		<i>Ginosis spp.</i>	Romerillo	Asteraceae.	1
Sp7		<i>Holcus lanatus</i>	Hierba macerguera, hierba triga	Poaceae	3
Sp8		<i>Carex tristicha</i>	Sigse Pequeño	Cyperaceae	9

Sp9		<i>Hypericum lancioloides</i>	Romerrillo pequeño	Hypericeae	16
Sp10		<i>Euphorbia orbiculata</i>	Hierba de golondrina	Euphorbiaceae	14
Sp11		<i>Huperzia cumingi</i>	Dedos de Diablo	Lycopodiaceae	3

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

El resultado de la identificación del inventario florístico realizado en el páramo de Igualata muestran un total de 11 especies, registradas en 8 diferentes familias, según la “Guía de Plantas de Alto Páramo” (Calisto, 2018), (Tabla 3-5).

3.1.3. Rangos altitudinales

Tabla 3-6: Zonas de vida de acuerdo con rangos altitudinales por puntos de muestreo.

Rangos altitudinales		Puntos de Muestreo	Altitudes	Zonas de vida
R1	4083	P5	4083.97	(Herbazal inundable)
		P10	4083.54	(Herbazal de páramo)
		P14	4093.01	(Herbazal de páramo)
		P15	4083.93	(Herbazal inundable)
R2	4093	P4	4096.11	(Herbazal de páramo)
		P9	4094.88	(Herbazal de páramo)
R3	4103	P8	4104.80	(Herbazal de páramo)
		P13	4112.10	(Herbazal de páramo)
R4	4113	P3	4113.64	(Herbazal de páramo)

		P7	4119.97	(Herbazal inundable)
		P2	4120.45	(Herbazal de páramo)
		P12	4120.40	(Herbazal de páramo)
R5	4123	P11	4133.69	(Herbazal de páramo)
		P6	4133.62	(Herbazal de páramo)
		P1	4143.36	(Herbazal de páramo)

Fuente: (Holdridge, 1967).

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

Para el cálculo de la biomasa aérea y subterránea se estableció 5 rangos altitudinales considerando la metodología de Holdridge (1967), estableciéndose el piso altitudinal montano, en el cual nos menciona que por cada 50 m entre pisos altitudinales existen diferentes zonas de vida, en nuestro caso se determinó herbazal inundable y de páramo, predominando herbazal de páramo entre las diferentes parcelas en estudio, Tabla 3-6.

OBJETIVO 1

- Evaluar el componente florístico en el ecosistema herbazal de páramo.

3.1.4. Valor de Importancia e Índices de diversidad

Tabla 3-7: Valor de Importancia e Índices de diversidad florístico.

Especies	Total	Frecuencia Tab.	Abundancia	Frecuencia	Fr. Relativa (%)	IVI (%)
<i>Gunnera magellanica</i>	28	2	20.14	0.25	5.88	13.01
<i>Valeriana plantaginea</i>	31	4	22.30	1.00	23.53	22.92
<i>Calamagrostis intermedia</i>	27	4	19.42	1.00	23.53	21.48
<i>Gentianella rupicola</i>	7	1	5.04	0.25	5.88	5.46
<i>Holcus lanatus</i>	3	1	2.16	0.25	5.88	4.02
<i>Carex tristicha</i>	9	1	6.47	0.25	5.88	6.18
<i>Jinoxis Jali</i>	1	1	0.72	0.25	5.88	3.30
<i>Hypericum lancioides</i>	16	2	11.51	0.50	11.76	11.64
<i>Euphorbia orbiculata</i>	14	1	10.07	0.25	5.88	7.98
<i>Huperzia cumingi</i>	3	1	2.16	0.25	5.88	4.02

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

El Índice de Valor de Importancia de las especies inventariadas (IVI) en el ecosistema herbazal

alto andino del páramo Igualata más representativas y que contribuyen significativamente en la composición y estructura vegetal del ecosistema herbazal de páramo son *Valeriana plantaginea* (22.92%), *Calamagrostis intermedia* (21.48%), *Gunnera magellanica* (13.01%) e *Hypericum lancioides* (11.64%). En cuanto a la frecuencia relativa porcentual de las 10 especies identificadas en la formación vegetal, con los valores más altos de frecuencia relativa son *Valeriana plantaginea* (23.53%), *Calamagrostis intermedia* (23.53%) e *Hypericum lancioides* (11.76%)
Tabla 3-7.

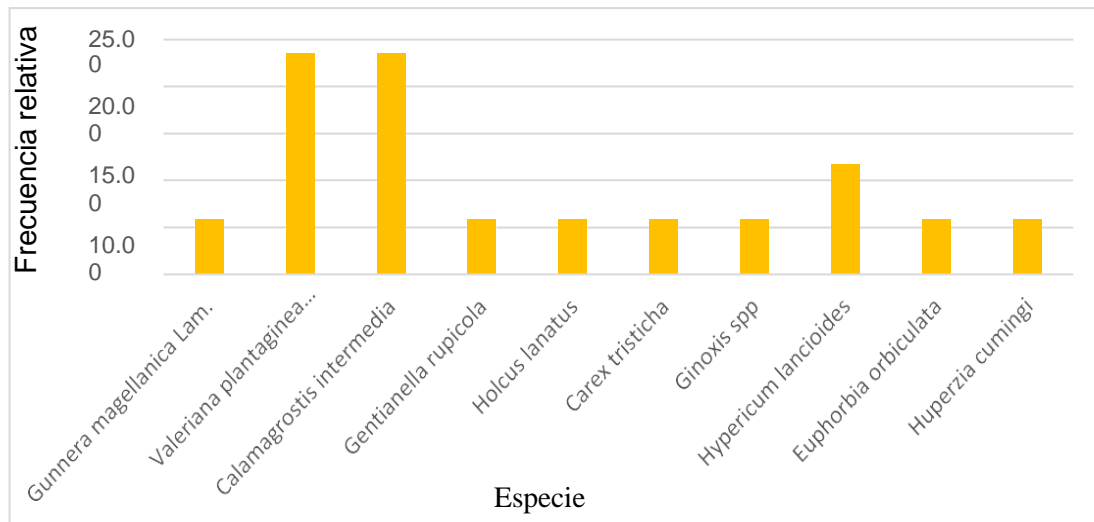


Gráfico 3-3: Distribución de flora del páramo de Igualata
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En la distribución de flora de páramo de Igualata se destaca *Valeriana plantaginea* y *Calamagrostis intermedia* con una frecuencia relativa de 23.53% respectivamente, Gráfico 3-3.

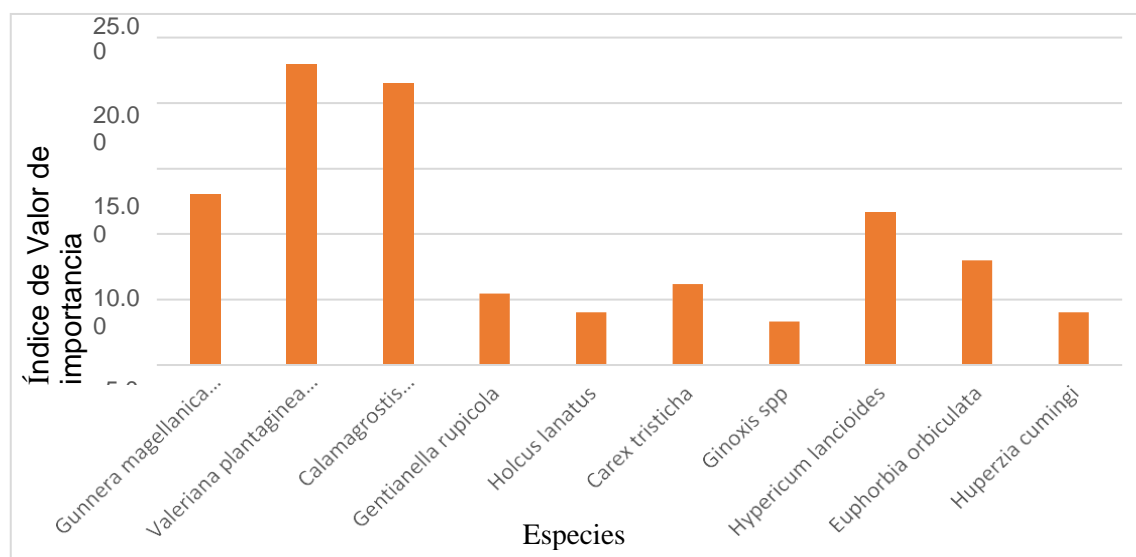


Gráfico 3-4: Índice de Valor de importancia de la flora del páramo de Igualata.
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

Entre las especies de mayor valor de importancia fueron *Valeriana plantaginea*, *Calamagrostis intermedia*, *Gunnera magellanica* e *Hypericum lancioides*, Gráfico 3-4.

Tabla 3-8: Índices de diversidad florístico en el páramo de Iqualata.

Índice	Puntos de Muestreo				
	P01	P05	P06	P07	P08
Shannon	0.69	0.65	0.69	0.84	0.79
	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
Simpson	0.50	0.61	0.47	0.70	0.54
	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

Índice de dominancia de Simpson

Para cuantificar este índice sus valores tienen un rango entre 0 y 1 y la dominancia es inversamente proporcional a la diversidad, dicho en forma concreta mientras los valores de dominancia más cercanos son a 1 existe mayor dominancia entre las especies, pero la diversidad será baja, y al ser inversamente proporcional si los valores de diversidad son más cercanos a 1 existirá mayor diversidad, pero una baja dominancia (Zurita y Velasco, 2021, pp. 807). Los resultados obtenidos de los datos para el ecosistema de estudio indican que la diversidad de especies en todas las parcelas es medio, pero en la parcela P06 se observa una menor puntuación, de 0.74; por ende, sus dominancias son medias (Tabla 3-8).

Índice de Shannon

Para este índice los resultados obtenidos presentan una diversidad alta en las parcelas P07 y P08 con un valor de 0.84 y 0.79, respectivamente lo que nos da probabilidad de predecir especies en auge de incremento en la zona (Tabla 3-8).

OBJETIVO 2

- Determinar el carbono orgánico total de la biomasa aérea y subterránea en el ecosistema herbazal de páramo

3.1.5. Regeneración natural

Tabla 3-9: Regeneración natural de las especies de los estratos evaluados en el páramo de Igualata.

No Parcelas	No. Árboles	Nombre común	Nombre Científico	Biomasa aérea (Mg/Ha)	Biomasa subterránea (Mg/Ha)	CARBONO aéreo (Mg/Ha)	CARBONO subterráneo (Mg/Ha)
P2	13	Yagual, Pantag	<i>Polylepis incana</i>	1,59	0,43	0.80	0.06
P3	7	Yagual, Pantag	<i>Polylepis incana</i>	0,41	0,11	0.21	0.02
P4	12	Yagual, Pantag	<i>Polylepis incana</i>	0,26	0,07	<u>0.13</u>	<u>0.01</u>
			Total	2,27	0,61	1.13	0.08

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

La cantidad de carbono Mg/Ha inventariada en los estratos humedal y páramo según su altitud tenemos que en la parcela P2 el contenido de carbono es representativa con respecto a las demás parcelas de regeneración, con 0.80 (carbono aéreo) y 0.06 (carbono subterráneo), misma que están representadas por un total de 13 árboles medidos; con un total 1.13 y 0.08 Mg/Ha respectivamente Tabla 3-9.

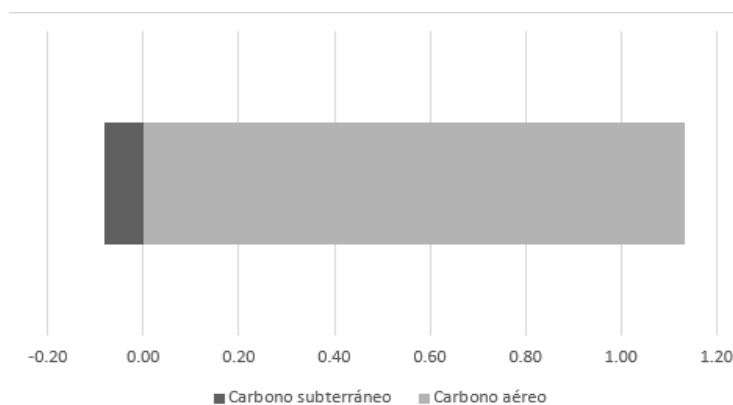


Gráfico 3-5: Relación Carbono aéreo vs. Carbono subterráneo.

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

La relación entre el carbono aéreo y carbono subterráneo calculado de la regeneración natural de las especies, se representa una relación de 3:1 (Gráfico 3-5).

Biomasa aérea

3.1.6. Porcentaje de contenido de humedad y carbono

Tabla 3-10: Porcentaje de contenido de humedad y carbono por rangos altitudinales de la Biomasa aérea.

Punto de Muestreo	Rango Altitudinal	Promedio CH (%)	Promedio C (Mg/Ha)
P1	R5	52.91	4.99
P2	R4	56.65	4.27
P3	R4	57.31	4.09
P4	R2	66.65	2.56
P5	R1	60.34	4.86
P6	R5	58.42	3.95
P7	R4	58.76	4.67
P8	R3	57.99	5.17
P9	R2	66.96	3.60
P10	R1	62.01	3.86
P11	R5	58.12	5.32
P12	R4	58.30	5.30
P13	R3	63.29	4.94
P14	R1	60.83	5.94
P15	R1	53.88	4.07
Total			69.32

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

A continuación, en la Tabla 3-10 se describe el promedio de Carbono (Mg/Ha) y promedio de contenido de humedad de la biomasa aérea, distribuidos en 15 puntos de muestreo o parcelas distribuidos a su vez en 5 rangos altitudinales según la clasificación de Holdridge (1967).

Tabla 3-11: Porcentaje de contenido de humedad y carbono por rangos altitudinales de la Biomasa subterránea.

Punto de Muestreo	Rango altitudinal	Promedio CH (%)	Promedio C (Mg/Ha)
P1	R5	55.58	0.19
P2	R4	77.18	0.27
P3	R4	66.24	0.21
P4	R2	50.61	0.45
P5	R1	44.67	0.55
P6	R5	54.53	0.24
P7	R4	53.93	0.27
P8	R3	65.81	0.28
P9	R2	57.44	0.34
P10	R1	73.36	0.32
P11	R5	54.11	0.44
P12	R4	62.66	0.40
P13	R3	59.42	0.29
P14	R1	53.19	0.37
P15	R1	62.39	0.36
Total			4.80

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

La variabilidad de la cantidad de humedad del suelo afecta directamente el crecimiento de las plantas, con una baja absorción de agua dado el estrado en que se encuentren se reduce también la absorción de nutrientes y las especies expresa una reducción de su crecimiento y por ende menor rendimiento (Zotarelli et al., 2013, pp. 2).

A continuación, en la Tabla 3-11 se describe el promedio de Carbono (Mg/Ha) y promedio de contenido de humedad de la biomasa subterránea, distribuidos en 15 puntos de muestreo o parcelas, a su vez en 5 rangos altitudinales según la clasificación de (Holdridge, 1967).

A continuación, se presenta la distribución de frecuencias de valores de carbono en la biomasa aérea

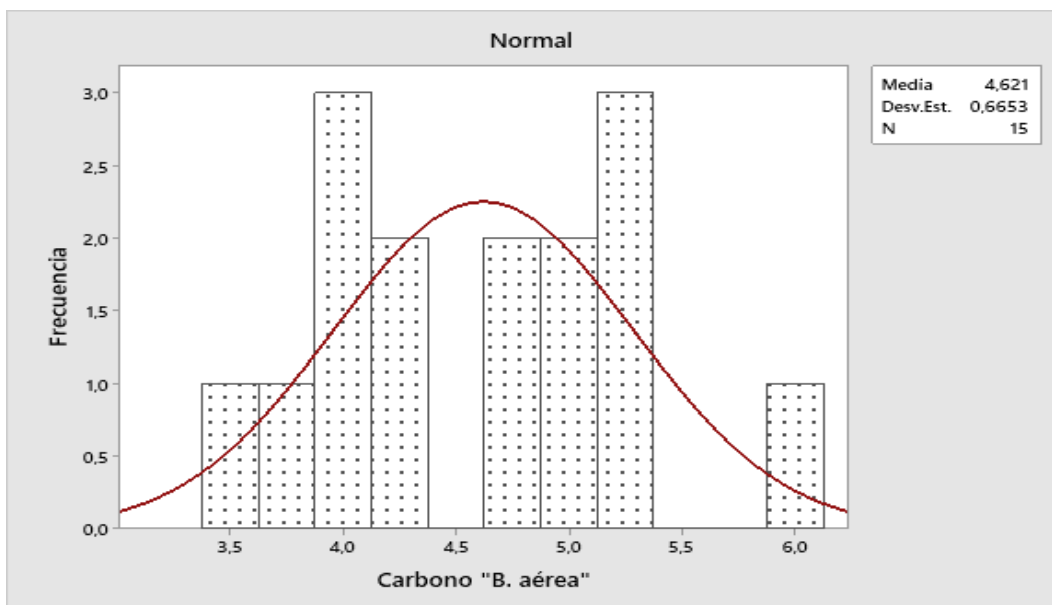


Gráfico 3-6: Distribución de frecuencias del carbono de la Biomasa aérea.
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-6 se observa que el conjunto de 15 grupos de muestras distribuidos por rangos altitudinales presenta un valor promedio de carbono de 4.62 Mg/Ha con una desviación estándar de 0.66 y una distribución de frecuencias de tipo normal leptocúrtica.

A continuación, se presenta la distribución de frecuencias de valores de contenido de humedad en la biomasa aérea.

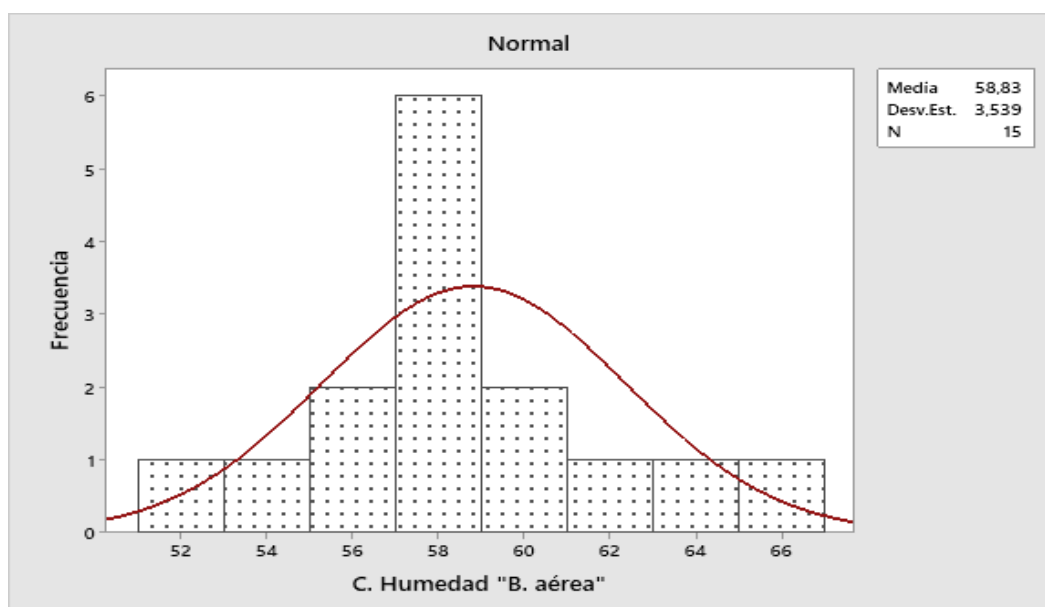


Gráfico 3-7: Distribución de frecuencias del contenido de humedad de la Biomasa aérea.
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-7 se observa que el conjunto de 15 grupos de muestras distribuidos por rangos altitudinales presenta un valor promedio de contenido de carbono de 58.83 % con una desviación estándar de 3.53 y una distribución de frecuencias de tipo normal Mesocúrtica.

A continuación, se presenta la distribución de frecuencias de valores de carbono en la biomasa subterránea.

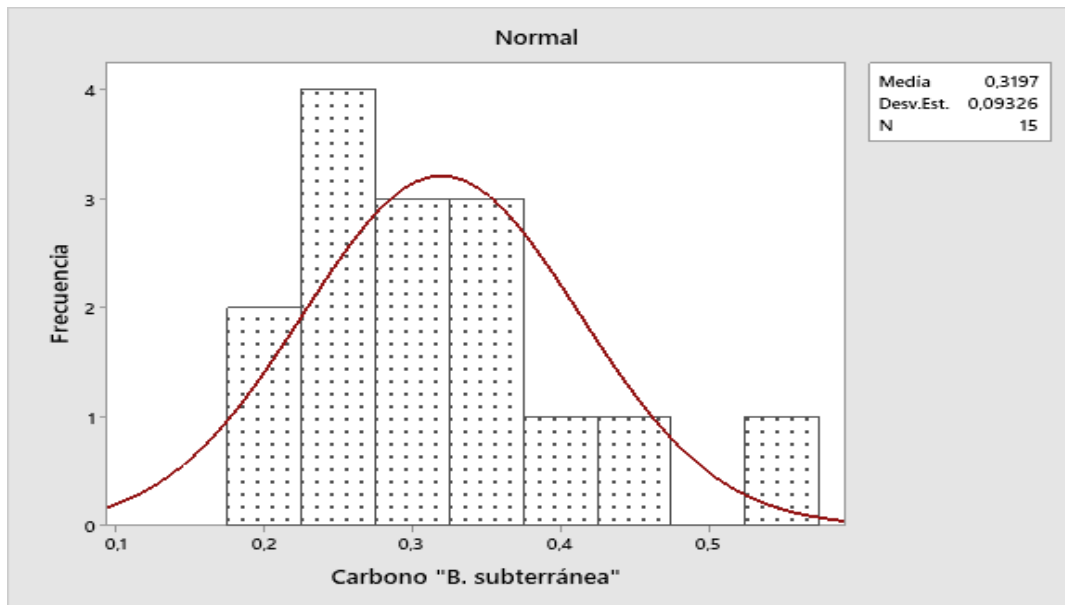


Gráfico 3-8: Distribución de frecuencias del carbono de la Biomasa subterránea.
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-8 se observa que el conjunto de 15 grupos de muestras distribuidos por rangos altitudinales presenta un valor promedio de carbono de 0.31 Mg/Ha con una desviación estándar de 0.09 y una distribución de frecuencias de tipo normal leptocúrtica.

A continuación, se presenta la distribución de frecuencias de valores de contenido de humedad en la biomasa subterránea.

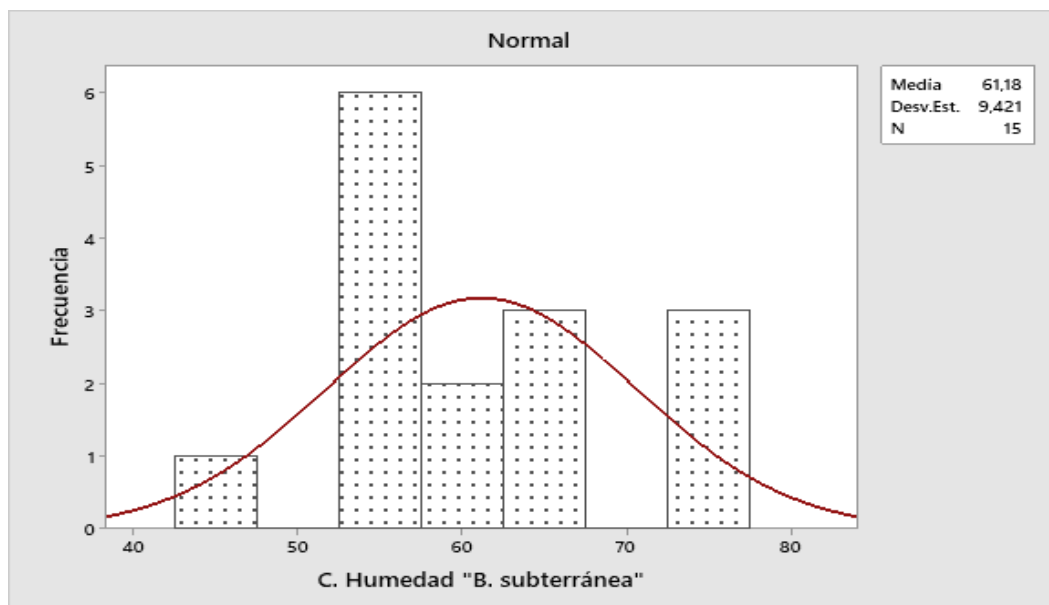


Gráfico 3-9: Distribución de frecuencias del contenido de humedad de la Biomasa subterránea.

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-9 se observa que el conjunto de 15 grupos de muestras distribuidos por rangos altitudinales presenta un valor promedio de Contenido de humedad de 61.18 % con una desviación estándar de 9.42 y una distribución de frecuencias de tipo normal Mesocúrtica.

3.1.6.1. Estadística descriptiva – Biomasa aérea

Tabla 3-12: Contenido de carbono en la biomasa aérea en función de la humedad.

Variable	Altitudes	N	N *	Media	Error estándar de la media	Desv. Est.	Mínimo	Q1	Media na	Q3
Contenido Humedad (%)	4083	4	0	59.26	1.83	3.66	53.88	55.50	60.58	61.71
	4093	2	0	61.80	5.16	7.29	56.65	*	61.80	*
	4103	2	0	60.64	2.65	3.75	57.99	*	60.64	*
	4113	4	0	57.756	0.477	0.955	56.647	56.814	57.808	58.647
	4123	3	0	56.49	1.79	3.10	52.91	52.91	58.12	58.42
Carbono Aéreo	4083	4	0	4.684	0.471	0.942	3.858	3.912	4.468	5.671
	4093	2	0	3.936	0.338	0.478	3.597	*	3.936	*
	4103	2	0	5.055	0.116	0.164	4.940	*	5.055	*
	4113	4	0	4.584	0.269	0.538	4.088	4.134	4.473	5.146
	4123	3	0	4.755	0.412	0.713	3.954	3.954	4.992	5.319

Variable	Altitudes	Máximo
Contenido Humedad (%)	4083	62.01
	4093	66.96
	4103	63.29
	4113	58.762
	4123	58.42
Carbono Aéreo	4083	5.940
	4093	4.274
	4103	5.171
	4113	5.303
	4123	5.319

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En la determinación de contenido de carbono de la biomasa aérea a través de una estadística descriptiva, se observa que en la parcela 8 y 13 poseen media mayor de 5.05 Mg C ha, una desviación estándar de 0.11, con un valor mínimo de 4.94 y un máximo de 5.17, valores que representan estratos de páramo y humedad y varían en un rango altitudinal de 4103 a 4113 msnm.; en cuanto al contenido de humedad se observa en la parcela 4 y 9 poseen una mayor media de 61.80, una desviación estándar de 7.29, con un valor mínimo de 56.55 y un máximo de 66.96, valores que representan estratos de páramo y humedad que varían en un rango altitudinal de 4093 a 4103 msnm.

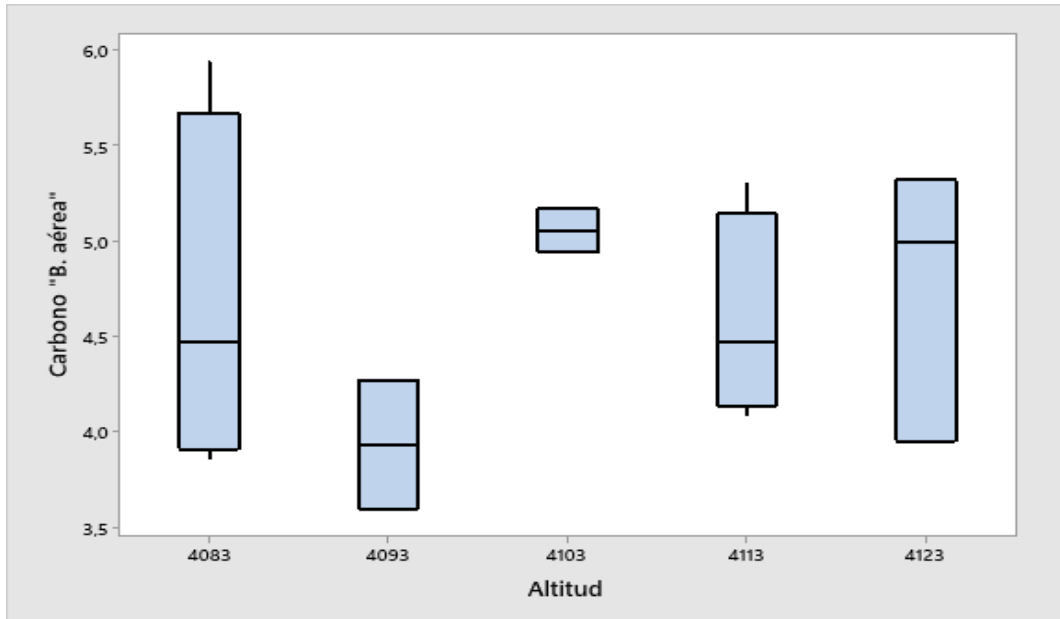


Gráfico 3-10: Diagrama de caja para las variables Carbono aéreo (Mg/ha) vs. Altitud.
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-10 se muestra el diagrama de caja de la variable correspondiente al carbono de la biomasa aérea vs. al rango altitudinal, donde se puede apreciar claramente y de forma comparativa, la tendencia de los datos, los valores medios, dispersiones y extremos; así, tenemos que el contenido de carbono en el rango altitudinal R1 (P5, P10, P14 y P15) de 4083 a 4093 presentan una dispersión de datos representativos con respecto a la media, siendo esta de 4.46, un cuartil superior de 5.67 y uno inferior de 3.91 y sus valores extremos de 5.94 y 3.85

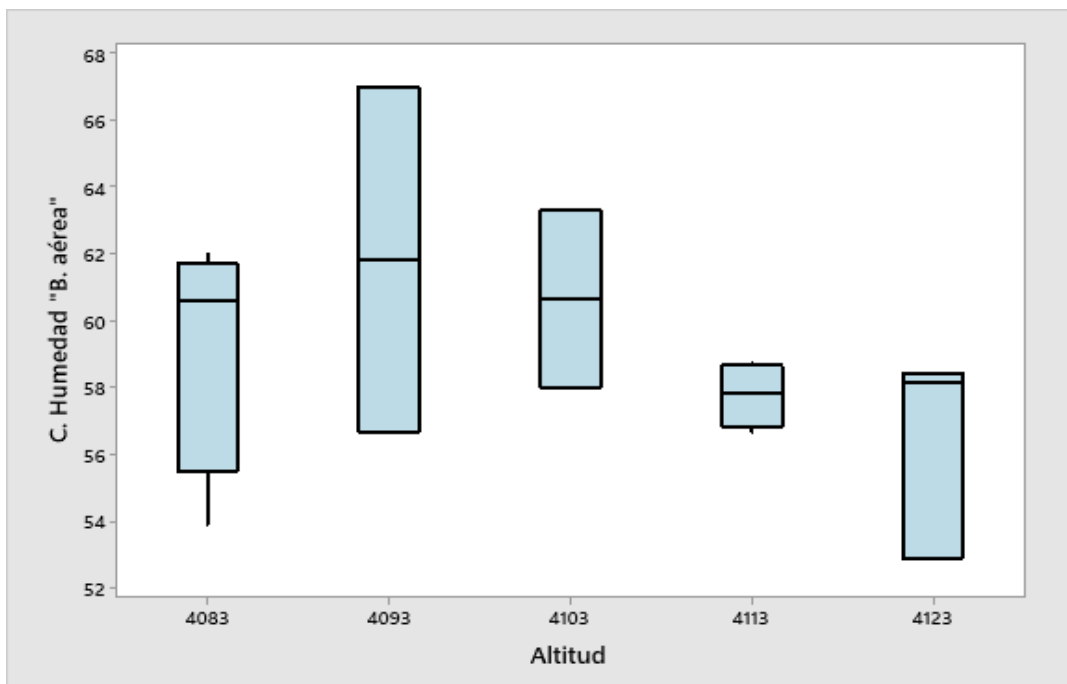


Gráfico 3-11: Diagrama de caja para las variables Contenido de humedad aéreo vs. Altitud.
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-11 se muestra el diagrama de caja de la variable correspondiente al contenido de humedad de la biomasa aérea vs. al rango altitudinal. donde se puede apreciar claramente y de forma comparativa, la tendencia de los datos, los valores medios, dispersiones y extremos; así, tenemos que el contenido de humedad en el rango altitudinal R2 (P4 y P9) de 4093 a 4103 presentan una dispersión de datos representativos con respecto a la media, siendo esta de 61.80, un cuartil superior de 66.96 y uno inferior de 56.64.

3.1.6.2. Estadística descriptiva - Biomasa subterránea

Tabla 3-13: Contenido de carbono en la biomasa subterránea en función de la humedad.

Variabl e	Altitud es	N	N *	Media	Error estándar de la media	Desv. Est.	Míni mo	Q1	Median a
Conteni do Humeda d (%)	4083	4	0	58.40	6.16	12.32	44.67	46.80	57.79
	4093	2	0	67.31	9.87	13.96	57.44	*	67.31
	4103	2	0	62.61	3.20	4.52	59.42	*	62.61
	4113	4	0	65.00	4.81	9.62	53.93	56.11	64.45
	4123	3	0	54.73	0.43	0.75	54.10	54.10	54.52
Carbono Subterrá neo	4083	4	0	0.39	0.05	0.10	0.31	0.32	0.36
	4093	2	0	0.30	0.03	0.04	0.27	*	0.30
	4103	2	0	0.28	0.00	0.00	0.27	*	0.28
	4113	4	0	0.28	0.03	0.07	0.20	0.22	0.27
	4123	3	0	0.29	0.07	0.13	0.18	0.18	0.24
Variabl e	Altitud es	Q3		Máximo					
Conteni do Humeda d (%)	4083	70.62		73.36					
	4093	*		77.18					
	4103	*		65.81					
	4113	74.44		77.18					
	4123	55.57		55.59					
Carbono Subterrá neo	4083	0.50		0.54					
	4093	*		0.33					

	4103	*	0.28
	4113	0.36	0.39
	4123	0.43	0.43

Realizado por: Socoy, Carlos. 2021.

En la determinación de contenido de carbono de la biomasa subterránea a través de una estadística descriptiva, se observa que en la parcela 5, 10, 14 y 15 poseen media mayor de 0.39 Mg C ha, una desviación estándar de 0.05, con un valor mínimo de 0.31 y un máximo de 0.54, valores que representan estratos de páramo y humedad que varían en un rango altitudinal de 4083 a 4093 msnm.; en cuanto al contenido de humedad se observa en la parcela 4 y 19 poseen una mayor media de 67.31, una desviación estándar de 13.96, con un valor mínimo de 57.44 y un máximo de 77.18, valores que representan estratos de páramo y humedad que varían en un rango altitudinal de 4093 a 4103 msnm.

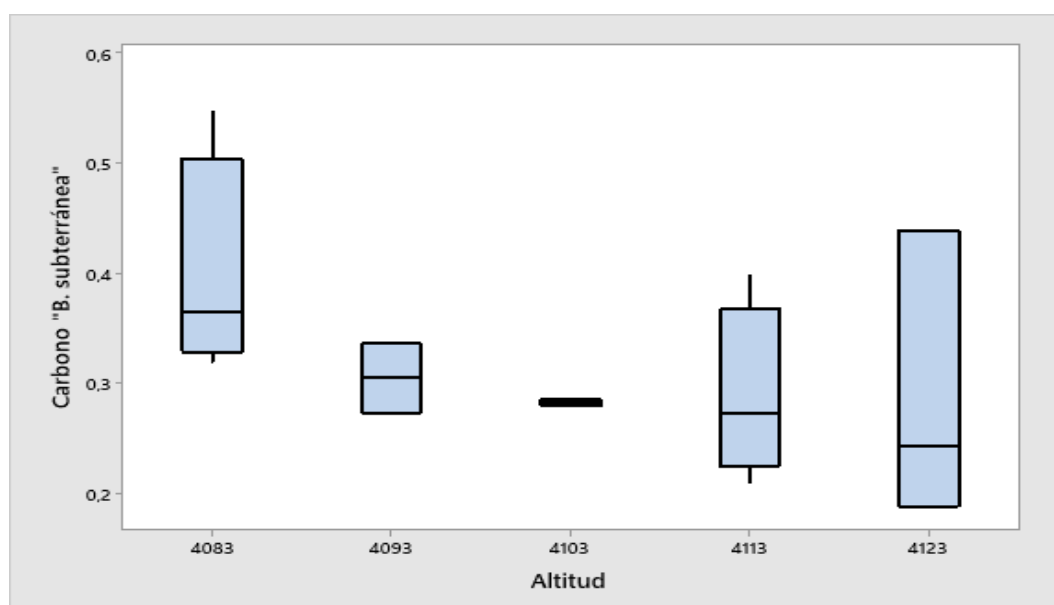


Gráfico 3-12: Diagrama de caja para las variables Carbono de la Biomasa subterránea (Mg/ha) vs. Altitud.

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-12 se muestra el diagrama de caja de la variable correspondiente al carbono de la biomasa subterránea vs. al rango altitudinal, donde se puede apreciar claramente y de forma comparativa, la tendencia de los datos, los valores medios, dispersiones y extremos; así, tenemos que el contenido de carbono en el rango altitudinal R5 (P1, P6 y P11) de 4123 en adelante presentan una dispersión de datos representativos con respecto a la media, siendo esta de 0.24 Mg C Ha, un cuartil superior de 0.43 y uno inferior de 0.18.

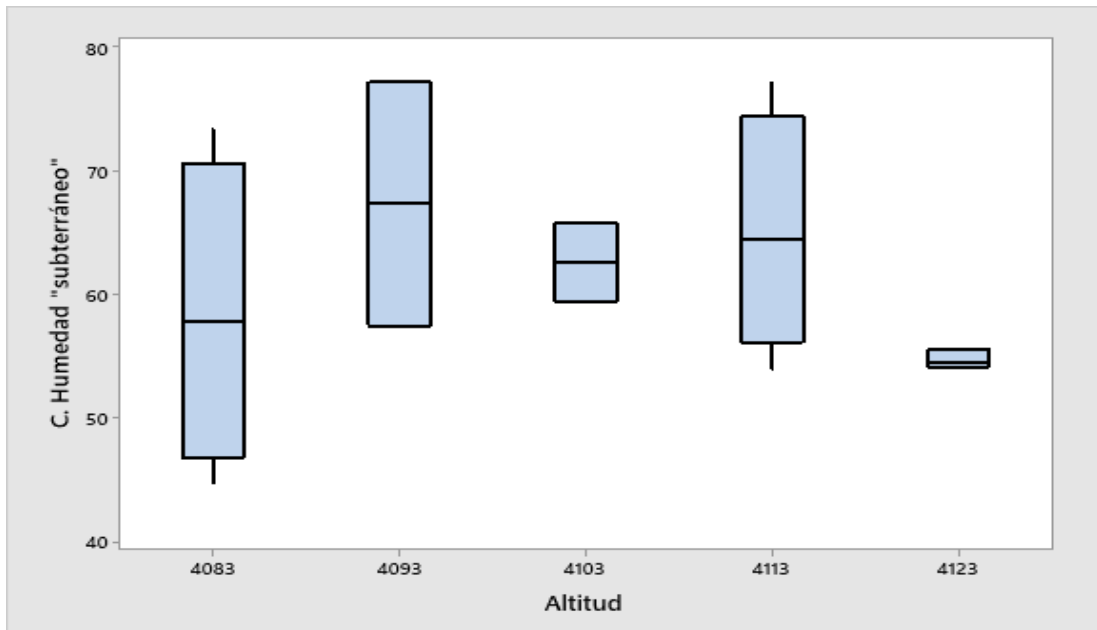


Gráfico 3-13: Diagrama de caja para las variables Contenido de humedad subterráneo vs. Altitud.

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-13 se muestra el diagrama de caja de la variable correspondiente al contenido de humedad de la biomasa subterránea vs. al rango altitudinal, donde se puede apreciar claramente y de forma comparativa, la tendencia de los datos, los valores medios, dispersiones y extremos; así, tenemos que el contenido de carbono en el rango altitudinal R1 (P5, P10, P14 y P15) de 4083 a 4093 presentan una dispersión de datos representativos con respecto a la media, siendo esta de 57.79, un cuartil superior de 70.61 y uno inferior de 46.80 y sus valores extremos de 73.36 y 44.67.

En el gráfico 3-14 se observa el diagrama de caja que fue utilizado para presentar el porcentaje de contenido de carbono entre la biomasa aérea y subterránea.

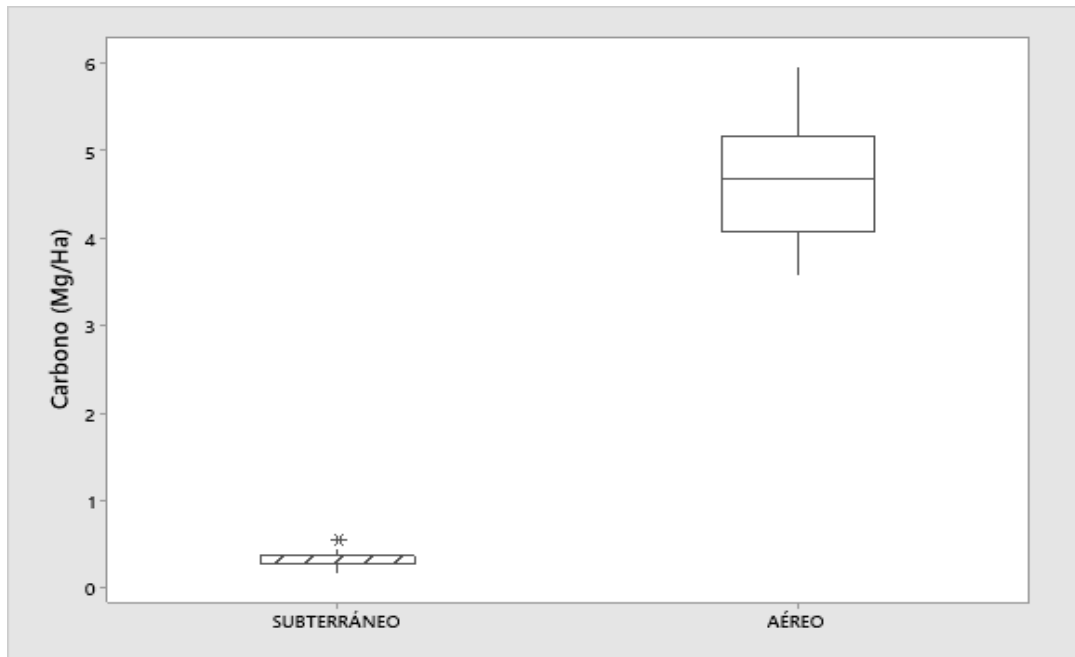


Gráfico 3-14: Diagrama de caja entre las variables de la Biomasa del Carbono subterráneo vs. Carbono aéreo.

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-14 se muestra el diagrama de caja de la variable correspondiente al carbono de la biomasa subterránea vs. carbono de la biomasa aérea, donde se puede apreciar que el contenido de carbono en la biomasa aérea hay más dispersión de sus datos con respecto a su media, 4.67 (Mg/Ha); es decir, un mayor contenido de carbono frente a la biomasa subterránea con 0.28 (Mg/Ha); datos comparativos entre nivel a nivel debido a un posible incremento en el crecimiento sobre el suelo en la población de especies presentes en el páramo del Igualata. Mientras que en la Grafica 3-15 se observa que la proporción de carbono de la biomasa aérea es 10:1 en relación C.

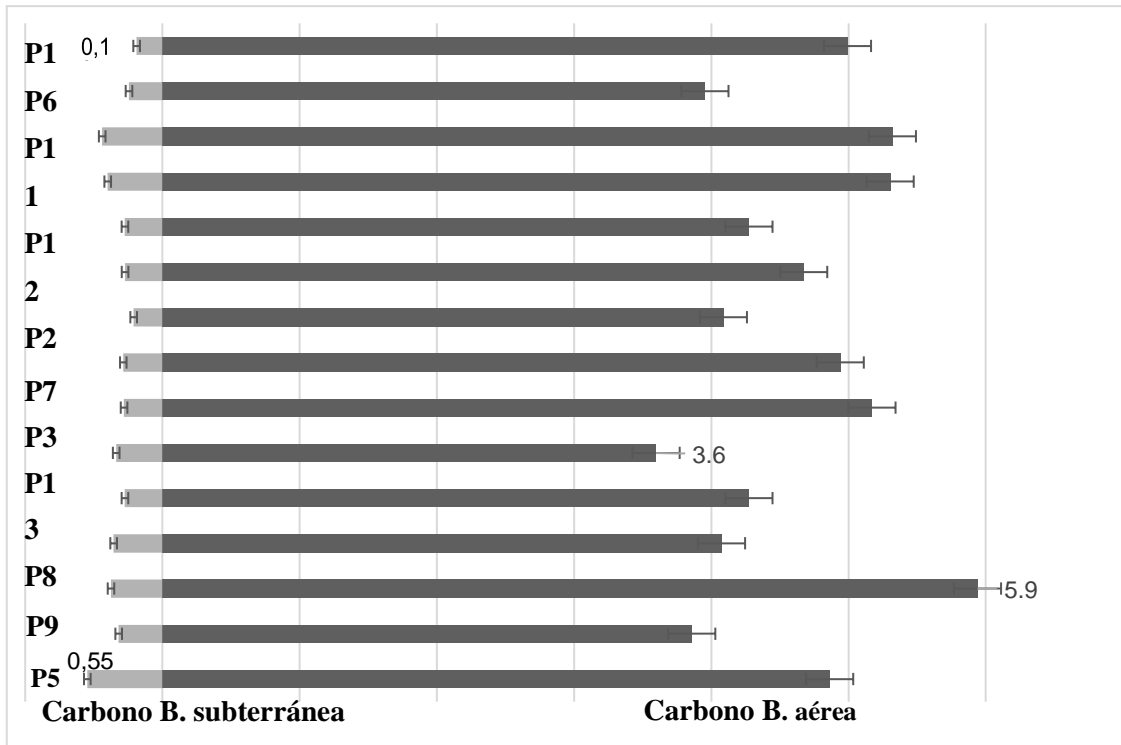


Gráfico 3-15. Cantidad de Carbono B. subterránea y B. aérea por parcela.
 Realizado por: Socoy, Carlos. 2021.

En el Gráfico 3-16 se observa el diagrama de caja que fue utilizado para presentar el porcentaje de contenido de humedad entre la biomasa aérea y subterránea.

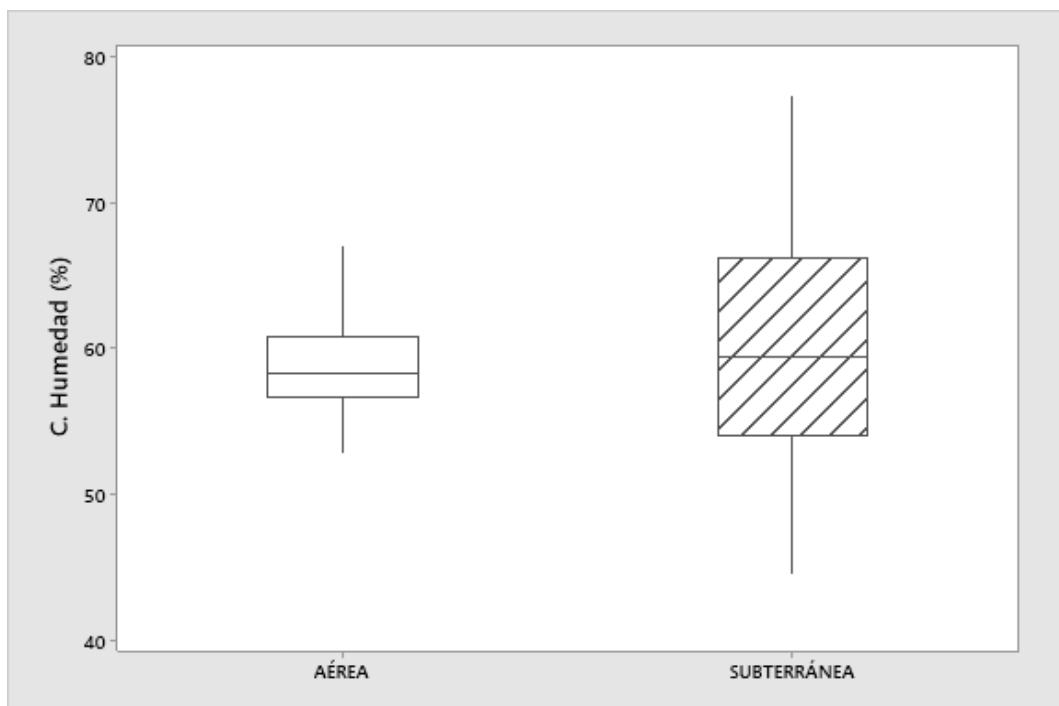


Gráfico 3-16: Diagrama de caja del Contenido de humedad subterráneo vs. aéreo.
 Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-16 se muestra el diagrama de caja de la variable correspondiente al contenido de humedad de la biomasa subterránea vs. contenido de humedad de la biomasa aérea, donde se puede apreciar que el contenido de humedad en la parte subterránea existe más dispersión de sus datos con respecto a su media, 59.41%; no obstante, posee un mayor contenido de humedad frente a biomasa aérea, con una media de 58.30 %; datos que varían por estar en estratos de páramo y humedales.

En el Gráfico 3-17 se observa el diagrama de caja que fue utilizado para presentar el porcentaje de contenido de carbono entre la biomasa aérea y subterránea de las parcelas de regeneración.

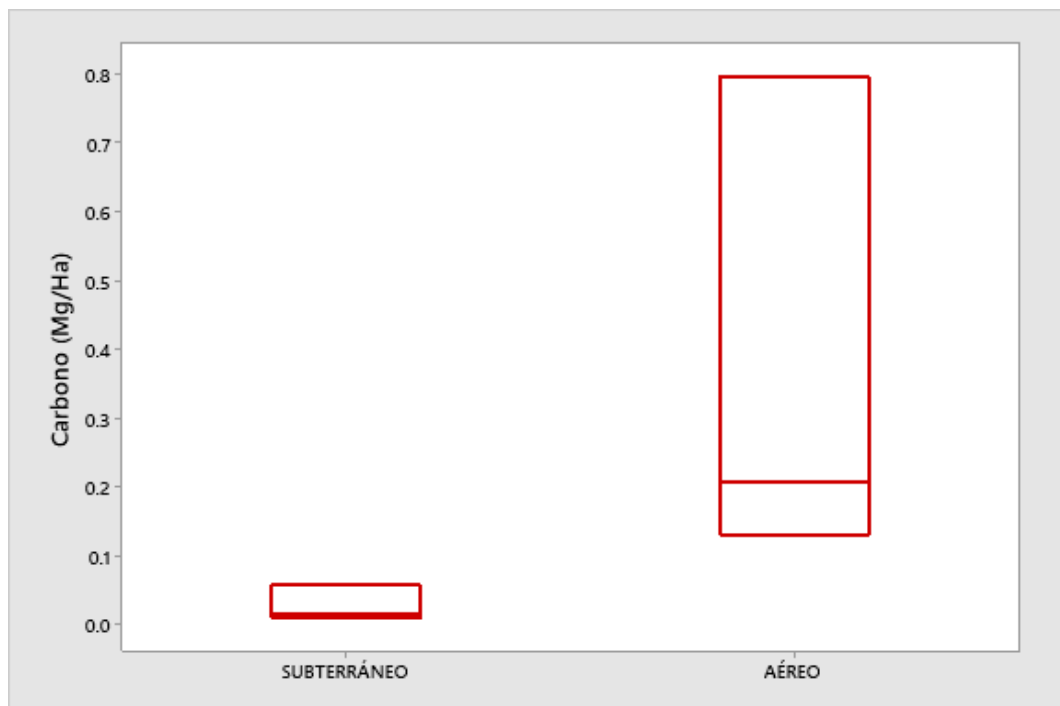


Gráfico 3-17: Diagrama de caja entre las variables Contenido de carbono subterráneo vs. aéreo
Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

En el Gráfico 3-17 se muestra el diagrama de caja de la variable correspondiente al contenido de carbono de la biomasa subterránea vs. aérea en las especies de regeneración donde se puede apreciar que el contenido de carbono en la biomasa aérea, existe más dispersión de sus datos con respecto a su media, 0.20 Mg/Ha., no obstante, posee un mayor contenido de carbono frente a la biomasa subterránea con una media de 0.01 Mg/Ha.

3.2. Discusión de Resultados

En la presente investigación realizada en el páramo de Igualata comunidad de Pichán Central, perteneciente a la comunidad de Chocaví Central, parroquia San Isidro del cantón Guano de la provincia de Chimborazo, mediante un muestreo aleatorio, considerando 15 puntos de muestreo en cinco clases altitudinales a una profundidad de 0-0.25 m, bajo las características climáticas representativas de una temperatura de 6-8 °C; una precipitación promedio de 500 a 750 mm/m2. (Haro, 2012); se obtuvo que la biomasa aérea en la tercera clase altitudinal (4013 msnm) existió mayor contenido de carbono orgánico; mientras que la biomasa subterránea en la primera clase altitudinal (4083 msnm) existió mayor contenido de carbono orgánico, con lo que se corrobora que en un alto rango altitudinal existe concentración de carbono en el suelo, así lo señala (Ruiz, 2018), quien obtuvo en su investigación que la biomasa subterránea y necromasa en la quinta clase altitudinal (>4000 msnm) existió mayor contenido de carbono orgánico. Además, de comparar la variabilidad de los resultados obtenidos frente al trabajo de investigación de (Coronel, 2016), quien en su promedio de Carbono Orgánico obtenido para la biomasa fue de 44,12% y para el suelo fue de 4,80%.

Estadísticamente en el contenido de carbono aéreo se obtuvo un promedio mayor de 5.05 Mg C ha con un contenido de humedad de 60,64%; mientras que el contenido de carbono de la biomasa subterránea, se obtuvo un promedio mayor de 0.39 Mg Cha, con un contenido de humedad de 58.40%; por lo que en base a sus rangos altitudinales existe una variabilidad de sus datos, frente al trabajo realizado por (Carrasco et al., 2016) donde muestran que los contenidos de carbono aéreo y subterráneo aumentan con la altitud, por lo que posiblemente se deba a características edáficas, ubicación geográfica de cada muestra en diferentes estratos, contenidos de humedad variables y, además, de tomar en cuenta que las temperaturas del área influyen en la captación de carbono orgánico (Ruiz, 2018).

La cantidad de carbono Mg/Ha en regeneración natural tenemos el contenido de carbono aéreo fue de 1.13 y 0.08 carbono subterráneo, mismas que están representados por 13 árboles totales, frente al trabajo de investigación de (Lemos, 2017), quien obtuvo un porcentaje total de carbono en el estrato arbóreo medio de 266,98 MgC/ha entre una altitud de 2674 a 3260 msnm; por lo que la variabilidad se puede percibir posiblemente sea por su altitud y densidad del estrato en el páramo, además de considerar el grado de conservación que exista en el mismo (Coronel, 2016).

Las tres especies más representativas y que contribuyen significativamente en la composición y estructura vegetal del ecosistema herbazal de páramo fueron *Valeriana plantaginea* (22.92%), *Calamagrostis intermedia* (21.48%), *Gunnera magellanica* (13.01%) y *Hypericum lancioides* (11.64%). En cuanto a la frecuencia relativa porcentual de las 10 especies identificadas en la formación vegetal, con los valores más altos de frecuencia relativa fueron *Valeriana plantaginea* (23.53%), *Calamagrostis intermedia* (23.53%) y *Hypericum lancioides* (11.76%), frente al trabajo

realizado en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo por (Zurita et al., 2021), quien obtuvo las especies de mayor densidad a *Calamagrostis intermedia* y *Valeriana plantaginea*; mientras que (Ruiz, 2018) en su investigación corrobora que la especie de mayor importancia fue *Calamagrostis intermedia* bajo casi los mismos parámetros de altitud, por tanto, especies de mayor adaptación y propias en el páramo.

En cuanto a los índices de diversidad se obtuvo que en el índice de Simpson fue media; mientras que el índice de Shannon su diversidad fue alta, lo que nos da probabilidad de predecir especies en auge de incremento en la zona, misma que lo corrobora el trabajo de (Zurita et al., 2021), en los cuales el índice de diversidad Simpson indica que la diversidad de especies fue alta, al igual que el índice de Shannon que fue media; además (Ruiz, 2018) en su trabajo de investigación en páramo presentó índices de Shannon y Simpson altos.

CONCLUSIONES

El índice de Valor de Importancia ecológica acumula de 69.05%. Las tres especies más representativas y que contribuyen significativamente en la composición y estructura vegetal del ecosistema herbazal de páramo son *Valeriana plantaginea* (22.92%), *Calamagrostis intermedia* (21.48%), *Gunnera magellanica* (13.01%) y *Hypericum lancioides* (11.64%). En cuanto a los índices de diversidad se obtuvo que en el índice de Simpson la diversidad es media; mientras que el índice de Shannon su diversidad es alta.

El promedio de contenido de carbono en la biomasa aérea es de 4.67 (Mg/Ha); mientras que el promedio de contenido de carbono de la biomasa subterránea es 0.28 (Mg/Ha).

El mayor contenido de carbono de la biomasa aérea y subterránea es 5.05 Mg/Ha y 0.39 Mg/Ha situados en las altitudes de 4013 a 4113 y 4083 a 4093 msnm, respectivamente. En cuanto, al menor contenido de carbono de la biomasa aérea y subterránea es 3.93 Mg/Ha y 0.28 Mg/Ha situados a las altitudes de 4093 a 4103 y 4103 a 4113 msnm, respectivamente.

RECOMENDACIONES

Socializar el trabajo realizado para la elaboración de políticas públicas con los GAD's correspondientes, con el objetivo de conservar el páramo no solo como fuente de agua, sino que también como sumidero de Carbono.

BIBLIOGRAFÍA

AMAGUAYA, J. Determinación de Carbono en el Suelo de Bosque Nativo de Ceja Andina en El Sector Guangra, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 1-70.

BAYAS, D. Diversidad Florística a Diferentes Altitud En El Ecosistema Páramo Del Cantón Tisaleo Provincia De Tungurahua [en línea]. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 1-70. [Consulta: 20 enero 2022]. Disponible en: <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>.

BONIFACIO, T. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz. Bolivia: s.n., pp. 8-31. 2000.

CALISTO, L. *Guía de plantas Alto Páramo*. Imprenta Mariscal: Ecuador. 2018.

CANO, A. & STEVENSON P. Diversidad y Composición Florística de Tres Tipos de Bosque en la Estación Biológica Caparú, Vaupés. *Revista Colombia Forestal*. 2009. Vol. 12: 63-80.

CARGUA, F. & RODRIGUEZ, M. Elaboración de un inventario forestal multipropósito con énfasis en el contenido de carbono de las diferentes clases de uso de tierra, Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 1-150.

CARGUA, F.: et al. Cuantificación del Contenido de Carbono en una Plantación de Pino Insigne (*Pinus radiata*) y en Estrato de Páramo de Ozogoché Bajo, Parque Nacional Sangay, Ecuador. *Información Tecnológica*, 2014. vol. 25, no. 3, pp. 83-92. ISSN 07180764. DOI 10.4067/S0718-07642014000300011.

CARRASCO, M. & PADILLA, A., Propuesta de conservación del páramo de la Comunidad Pichán Central, Parroquia San Isidro, Cantón Guano 2015 [en línea]. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2016. pp. 1-158. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/4933>.

CARRASCO, M.; et al. Análisis del Ecosistema Páramo Igualata Frente al Cambio Climático en Base a Los Recursos Naturales. *Perfiles*, 2016. vol. 1. pp. 11-16.

CATAÑEDA, A., Carbono almacenado en biomasa aérea y suelo en el ecosistema de páramo. Tesis. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Bogotá. 2016. pp. 1-42.

CHUNCHO, C. & CHUNCHO, G., Bosques Latitud Cero Publicado por Editorial Universidad Nacional de Loja bajo licencia Creative Commons 4.0 Consultor ambiental- MAE-SUIA-0280-CI y Ex docente la Universidad Nacional de Loja, Ecuador Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: *Bosques Latitud Cero*, 2019. vol. 9, no. 2, pp. 71-83.

COFRE, D. & AGUIRRE, N. Composición florística, estructura y estimación de la biomasa vegetal de los páramos de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus. Tesis. Universidad Nacional De Loja Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. 2016. pp. 1-61.

CONSULTORA EFFICÁCITAS, C.L. Estudio de Impacto Ambiental Expost y Plan de Manejo Ambiental para la Fase de Desarrollo y Producción del Bloque Singue 53. [en línea]. Guayaquil-Ecuador. 2017. [Consulta: 05 enero 2022]. Disponible en: <https://maecalidadambiental.files.wordpress.com/2018/02/eia-expost-bloque-singue.pdf>.

CORONEL, A. Determinación de carbono orgánico en suelo y biomasa del páramo de la Comunidad Chocaví de la Parroquia San Isidro [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2016. pp. 1-65. [Consulta: 2 febrero 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4884>.

DÍAZ, M.; et al. Páramos: Hidro sistemas Sensibles. *Revista de Ingeniería*, 2015. no. 22, pp. 64-75. ISSN 0121-4993.

FERNÁNDEZ, C.; et al. Cuantificación del secuestro de carbono y análisis de las propiedades del suelo en coberturas naturales y una plantación de pino en el páramo de rabanal, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 2019. vol. 28, no. 1, pp. 121-133. ISSN 22565442. DOI 10.15446/rcdg.v28n1.66152.

GADPCH. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo 2019-2023. *Prefectura de Chimborazo* [en línea]. Riobamba. 2020. pp. 681. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: <https://chimborazo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/1.-PDOT-Provincial.pdf>.

GALMÉS, M. Uso del muestreo en el censo. Chile. 2020.

GONZÁLES, C. El calentamiento global. [en línea]. 2018. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc>.

GONZALEZ, A. & RAISMAN, J. Hipertextos del Área de la Biología. Ciclos Bio-GeoQuímicos. [en línea]. 2000. pp. 1-20. [Consulta: 3 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/ciclogeo.htm#CarbonCycle10>.

HARO, F., Determinación de carbono orgánico en la biomasa y suelo del páramo de la comunidad de Pichán Central-San Isidro. Riobamba: 2012.

HERGUEDAS, A.; et al. Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad. Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. ITAGRA.CT. ISBN: 978-84-931891-5-0

HOFSTEDE, R. Los Páramos Andinos. Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo. Quito-Ecuador. 2014

HOLDRIDGE, L. “Zona Ecológica de Vida”. Costa Rica: Tropical Science Center. 1967.

HOLMGREN, P. Términos y definiciones de los Recursos Naturales. [en línea]. Roma. 2005. pp. 1-53. [Consulta: 01 diciembre 2021]. Disponible en: (www.fao.org/forestry).

LEMOS, E. Valoración Económica del Carbono Orgánico Total Almacenado en El Bosque Siempreverde Andino de Huangra Ubicado En La Parroquia Achupallas, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2017. pp. 1-50.

LEÓN, S.; et al. Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador, 2ª edición [en línea]. Quito. 2011. pp. 11-955. [Consulta: 25 de diciembre 2021]. Disponible en: https://ddrn.dk/wp-content/uploads/2018/01/LIBRO_ROJO_de_las_plantas_endemicas_del-1.pdf.

MAE, *Ley Forestal Y De Conservación De Áreas Naturales y Vida Silvestre.* [en línea]. Ecuador. 2004. [Consulta: 22 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-Forestal-y-de-Conservacion-de-Areas-Naturales-y-Vida-Silvestre.pdf>.

MAE, *Manual de Campo proyecto Evaluación Nacional Forestal y el programa nacional conjunto Bajo la cooperación del Programa «Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio*

Climático» [en línea]. Ecuador. 2012. [Consulta: 22 de diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Manual-2012-Bosques-liviano-9.pdf>.

MAE, *Sistema de clasificación de ecosistemas de Ecuador continental*. Quito: Ministerio del Ambiente. [en línea]. Ecuador. 2013. [Consulta: 22 de diciembre 2021]. Disponible en: <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

MAE, *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. [en línea]. Ecuador. 2017. [Consulta: 22 de diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

MENA, P. & MEDINA, G., Wikispaces. [en línea]. 2006. [Consulta: 1 diciembre 2021]. Disponible en: <https://utplbiodiversity.wikispaces.com/file/view/biodiversidad.pdf>.

MINITAB, Getting Started with Minitab 17. Minitab Inc. 2016.

PAULI, H.; et al. *Manual para el trabajo de campo en el proyecto Gloria*. Viena : UNESCO. 2003. Vol. 1. pp. 12-44

QUICENO, N.; et al. Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena Piapoco Chigüiro-chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia). *Luna Azul*, 2016. vol. 43, pp. 171-202. ISSN 1909-2474. DOI 10.17151/luaz.2016.43.9.

ROJAS, A.; et al. Los suelos del paisaje Alto-Andino de Santa Isabel (Tolima, Colombia) ¿son sumideros de carbono orgánico? *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 2018. vol. 21, no. 1, pp. 51-59. ISSN 01234226. DOI 10.31910/rudca. v21.n1.2018.662.

ROSERO, G., Evaluación de carbono orgánico del suelo en el ecosistema de páramo de la Microcuenca del Río Chimborazo en base a las actividades antrópicas. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 1-64.

RÜGNITZ, M.; et al. *Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales*. Perú. 2008. pp. 1-78.

RUIZ, C., Estimación de carbono en tres depósitos naturales del ecosistema herbazal de páramo en la Microcuenca Cachipata, Comunidad Lluclud, Cantón Chambo. Tesis. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2018. pp. 1-40.

TORRES, D., Influencia De La Cobertura Vegetal y Relieve Sobre El Almacenamiento de Carbono en el Suelo del Ecosistema Páramo. *Repo. Uta. Edu. Ec.* [en línea]. 2020. pp. 1-130. [Consulta: 10 diciembre 2021]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>.

ZOTARELLI, L.; et al. Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego excesivo en suelos arenosos utilizando sensores de humedad. *Edis*, 2013. vol. 2013, no. 2, pp. 1-4. DOI 10.32473/edis-ae496-2013.

ZURITA, S.; et al. Análisis diversidad florística del ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo, parroquia Pilahuin-Tungurahua. [en línea]. 2021. vol. 6, no. 6, pp. 795-819. DOI 10.23857/pc.v6i6.2788. [Consulta: 29 diciembre 2021]. Disponible en: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>.

ANEXOS

ANEXO A: INVENTARIO FLORÍSTICO

	P 01	P 05	P 06	P 07	P 08								
Especies	#	#				TOTAL	PROMEDIO	FECUENCIA TABULADA	ABUNDANCIA	FRECUENCIA	F. RELATIVA	D. RELATIVA	IVI sp
<i>Gunnera magellanica</i>	27				1	28	14	2	20.14	0.25	5.88	19.05	13.01
<i>Valeriana plantaginea</i>	4		20	1	6	31	8	4	22.30	1.00	23.53	10.54	22.92
<i>Calamagrostis intermedia</i>	2	6		10	9	27	7	4	19.42	1.00	23.53	9.18	21.48
<i>Gentianella rupicola</i>	7					7	7	1	5.04	0.25	5.88	9.52	5.46
<i>Holcus lanatus</i>		3				3	3	1	2.16	0.25	5.88	4.08	4.02
<i>Carex tristicha</i>		9				9	9	1	6.47	0.25	5.88	12.24	6.18
<i>Ginoxis spp</i>			1			1	1	1	0.72	0.25	5.88	1.36	3.30
<i>Hypericum lancioides</i>			10	6		16	8	2	11.51	0.50	11.76	10.88	11.64
<i>Euphorbia orbiculata</i>				14		14	14	1	10.07	0.25	5.88	19.05	7.98
<i>Huperzia cumingi</i>				3		3	3	1	2.16	0.25	5.88	4.08	4.02
TOTAL	40	18	31	34	16	139	73.5	18	100	4.25	100	100	100

Realizado por: Socoy, Carlos. 2021 .

ANEXO B: REGENERACIÓN NATURAL

No Parcelas	No. árboles	Nombre común	Nombre Científico	C AP (cm)	D AP (m)	AB (m ²)	H c (m)	H t (m)	Factor Forma	Volumen comercial (m ³)	Volumen total (m ³)	Densidad (Kg/m ³)	Biomasa TOTAL (Kg)	Factor de expansión (fuste + copa)	Biomasa aérea	Biomasa aérea (Mg/Ha)	Factor de expansión	Biomasa subterránea	Biomasa subterránea (Mg/Ha)	CARBONO aéreo (Mg/Ha)	CARBONO subterráneo (Mg/Ha)
P2	13	Yagual, Pantag	<i>Polylepis incana Kunth</i>	-	0.05	0.002	0.0	3.2	0.5	0.000	0.003	920	2.8451	2.8	7.9663	1.59	0.27	2.1509	0.12	0.80	0.06
P3	7	Yagual, Pantag	<i>Polylepis incana Kunth</i>	8	0.03	0.001	0.0	3.2	0.5	0.000	0.001	920	0.7380	2.8	2.0663	0.41	0.27	0.5579	0.03	0.21	0.02
P4	12	Yagual, Pantag	<i>Polylepis incana Kunth</i>	6.5	0.02	0.000	0.0	3.0	0.5	0.000	0.001	920	0.4640	2.8	1.2991	0.26	0.27	0.3508	0.02	0.13	0.01
												920				2.27			0.17	1.13	0.08

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

ANEXO C: ÍNDICES DE DIVERSIDAD

		SHANNON P01	SIMPSON P01			SHANNON P05	SIMPSON P05			SHANNON P06	SIMPSON P06
pi	Log pi	pi*log pi	pi^2	pi	Log pi	pi*log pi	pi^2	pi	Log pi	pi*log pi	pi^2
0.67500	- 0.17070	-0.11522	0.45563								
0.10000	- 1.00000	-0.10000	0.01000					0.64516	- 0.19033	-0.12279	0.41623
0.05000	- 1.30103	-0.06505	0.00250	0.33333	- 0.47712	-0.15904	0.11111				
0.17500	- 0.75696	-0.13247	0.03063								
				0.16667	0.00000	0.00000	0.02778				
				0.50000	- 0.30103	-0.15051	0.25000				
								0.03226	- 1.49136	-0.04811	0.00104
								0.32258	- 0.49136	-0.15850	0.10406
	Suma	-0.41274	0.49875		Suma	-0.30956	0.38889		Suma	-0.32941	0.52133
		0.41274	0.50125			0.30956	0.61111			0.32941	0.47867
		0.60206				0.47712				0.47712	
		0.68555	0.50125			0.64880	0.61111			0.69040	0.47867

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

		SHANNON P07	SIMPSON P07			SHANNON P08	SIMPSON P08
pi	Log pi	pi*log pi	pi^2	pi	Log pi	pi*log pi	pi^2
				0.06250	-1.20412	-0.07526	0.00391
0.02941	-1.53148	-0.04504	0.00087	0.37500	-0.42597	-0.15974	0.14063
0.29412	-0.53148	-0.15632	0.08651	0.56250	-0.24988	-0.14056	0.31641
0.17647	-0.75333	-0.13294	0.03114				
0.41176	-0.38535	-0.15867	0.16955				
0.08824	-1.05436	-0.09303	0.00779				
	Suma	-0.58601	0.29585		Suma	-0.37555	0.46094
		0.58601	0.70415			0.37555	0.53906
		0.69897				0.47712	
		0.83839	0.70415			0.78712	0.53906

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

ANEXO D: BASE DE DATOS DE LA BIOMASA AÉREA

Punto de muestreo	Altitud	Coordenadas UTM		Código de puntos	Peso de la muestra en campo (kg)	Peso de la bandeja	Peso de la muestra + bandeja después de la estufa	Área muestreo (m2)	P. HUMEDO Campo (g)	P. HUMEDO Laboratorio (g)	P. SECO Laboratorio (g)	C. HUMEDAD (%)	Promedio CH (%)	Relación PS/PH	Peso seco kg/	Peso seco Mg/ha	Carbón Mg/ha
P1R1	4143.3662	763078	9834361	P1R1	0.6400	5.8321	15.6872	0.25	640.00	20.04	9.86	50.83	52.91	0.49	0.31	12.59	6.29
P1R2	4143.3662	763078	9834361	P1R2	0.4100	5.8117	14.8210	0.25	410.00	20.02	9.01	55.00		0.45	0.18	7.38	3.69
P2R1	4120.4536	763082	9834313	P2R1	0.5150	6.2497	15.0896	0.25	515.00	20.03	8.84	55.86	56.65	0.44	0.23	9.09	4.55
P2R2	4120.4536	763082	9834313	P2R2	0.4700	7.7977	16.3115	0.25	470.00	20.00	8.51	57.43		0.43	0.20	8.00	4.00
P3R1	4113.6406	763088	9834282	P3R1	0.4500	6.0328	14.9115	0.25	450.00	20.01	8.88	55.62	57.31	0.44	0.20	7.99	3.99
P3R2	4113.6406	763088	9834282	P3R2	0.5100	5.9795	14.2126	0.25	510.00	20.08	8.23	59.00		0.41	0.21	8.36	4.18
P4R1	4096.1152	763104	9834210	P4R1	0.3650	6.5506	14.1975	0.25	365.00	20.11	7.65	61.97	66.65	0.38	0.14	5.55	2.78
P4R2	4096.1152	763104	9834210	P4R2	0.4100	5.9272	11.7173	0.25	410.00	20.20	5.79	71.33		0.29	0.12	4.70	2.35
P5R1	4083.9741	763112	9834170	P5R1	0.6350	6.0105	15.5670	0.25	635.00	20.08	9.56	52.41	60.34	0.48	0.30	12.09	6.04
P5R2	4083.9741	763112	9834170	P5R2	0.5800	7.8019	14.1592	0.25	580.00	20.03	6.36	68.27		0.32	0.18	7.36	3.68
P6R1	4133.6274	762889	9834383	P6R1	0.4850	5.2718	12.0193	0.25	485.00	20.05	6.75	66.34	58.42	0.34	0.16	6.53	3.26
P6R2	4133.6274	762889	9834383	P6R2	0.4690	5.3117	15.2362	0.25	469.00	20.05	9.92	50.51		0.49	0.23	9.29	4.64
P7R1	4119.9795	762893	9834361	P7R1	0.6500	6.0144	14.1831	0.25	650.00	20.03	8.17	59.21	58.76	0.41	0.27	10.60	5.30
P7R2	4119.9795	762893	9834361	P7R2	0.4850	6.1807	14.5599	0.25	485.00	20.10	8.38	58.31		0.42	0.20	8.09	4.04
P8R1	4104.8096	762926	9834274	P8R1	0.7000	5.8596	15.7464	0.25	700.00	20.03	9.89	50.64	57.99	0.49	0.35	13.82	6.91
P8R2	4104.8096	762926	9834274	P8R2	0.4950	6.0824	13.0218	0.25	495.00	20.02	6.94	65.33		0.35	0.17	6.86	3.43

P9R1	4094.88 21	76295 1	983421 5	P9R1	0.5750	7.9541	14.952 0	0.25	575.00	20.01	7.00	65.02	66.96	0.35	0.20	8.05	4.02
P9R2	4094.88 21	76295 1	983421 5	P9R2	0.5100	6.0397	12.269 8	0.25	510.00	20.03	6.23	68.90		0.31	0.16	6.34	3.17
P10R1	4083.54 74	76297 5	983415 9	P10R 1	0.4350	6.8857	15.397 7	0.25	435.00	20.03	8.51	57.50	62.01	0.43	0.18	7.40	3.70
P10R2	4083.54 74	76297 5	983415 9	P10R 2	0.6000	7.9270	14.723 5	0.25	600.00	20.30	6.80	66.52		0.33	0.20	8.04	4.02
P11R1	4133.69 38	76274 5	983428 6	P11R 1	0.6500	5.9735	12.718 8	0.25	650.00	20.00	6.75	66.28	58.12	0.34	0.22	8.77	4.38
P11R2	4133.69 38	76274 5	983428 6	P11R 2	0.6250	5.2040	15.239 0	0.25	625.00	20.05	10.04	49.96		0.50	0.31	12.51	6.25
P12R1	4120.40 09	76277 1	983426 3	P12R 1	0.5850	5.9445	14.575 1	0.25	585.00	20.08	8.63	57.03	58.30	0.43	0.25	10.06	5.03
P12R2	4120.40 09	76277 1	983426 3	P12R 2	0.6900	5.9929	14.117 2	0.25	690.00	20.10	8.12	59.58		0.40	0.28	11.16	5.58
P13R1	4112.10 16	76280 8	983423 9	P13R 1	0.9000	5.3799	12.491 1	0.25	900.00	20.03	7.11	64.50	63.29	0.35	0.32	12.78	6.39
P13R2	4112.10 16	76280 8	983423 9	P13R 2	0.4600	7.7444	15.333 6	0.25	460.00	20.01	7.59	62.07		0.38	0.17	6.98	3.49
P14R1	4093.01 15	76288 3	983417 2	P14R 1	0.6950	5.4743	13.811 2	0.25	695.00	20.01	8.34	58.33	60.83	0.42	0.29	11.58	5.79
P14R2	4093.01 15	76288 3	983417 2	P14R 2	0.8300	7.6678	15.028 5	0.25	830.00	20.07	7.36	63.32		0.37	0.30	12.18	6.09
P15R1	4083.93 8	76291 7	983414 0	P15R 1	0.4750	7.6364	17.931 7	0.25	475.00	20.08	10.30	48.74	53.88	0.51	0.24	9.74	4.87
P15R2	4083.93 8	76291 7	983414 0	P15R 2	0.4000	6.0984	14.328 6	0.25	400.00	20.09	8.23	59.03		0.41	0.16	6.56	3.28

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

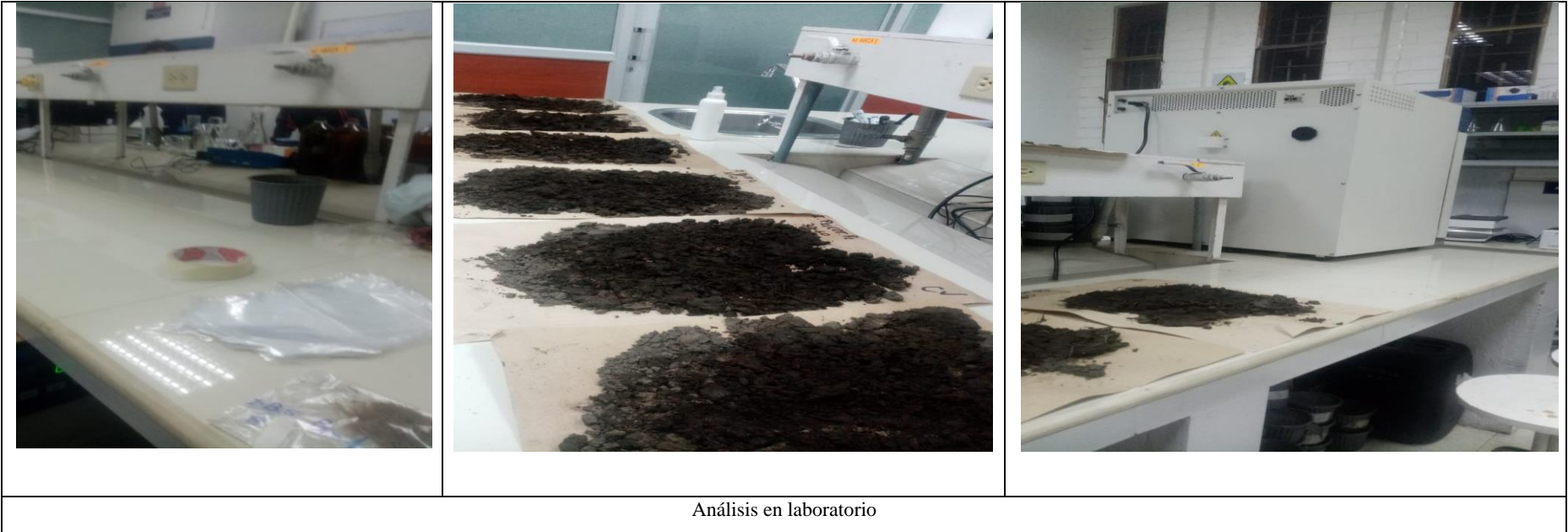
ANEXO E: BASE DE DATOS DE LA BIOMASA SUBTERRÁNEA

Código de puntos	Peso de la bandeja	Peso de la muestra + bandeja antes (estufa)	Peso inicial	Peso de la muestra + bandeja después (estufa)	Peso final	CH (contenido de humedad)	Volumen muestra cm3	Biomasa seca g/cm3	Carbono g/cm3	Carbono g/m2	Carbono g/ha	Carbono Kg/ha	Carbono Mg/ha
P1R1	5.944	6.7215	0.7775	6.469	0.525	48.095	132.01	0.0039771	0.001988557	19.8855703	198855.7	198.855703	0.1989
P1R2	5.9993	6.7626	0.7633	6.4674	0.4681	63.063	132.01	0.0035461	0.0017733035	17.73035325	177303.5	177.303532	0.1773
P2R1	6.3845	7.9559	1.5714	7.2645	0.88	78.568	132.01	0.0066664	0.0033332	33.33200355	333320.0	333.320035	0.3333
P2R2	7.0151	8.0018	0.9867	7.5764	0.5613	75.788	132.01	0.0042521	0.002126052	21.26051544	212605.2	212.605154	0.2126
P3R1	7.9493	8.742	0.7927	8.4471	0.4978	59.241	132.01	0.0037711	0.001885531	18.85530837	188553.1	188.553084	0.1886
P3R2	6.6914	7.7433	1.0519	7.2986	0.6072	73.238	132.01	0.0045998	0.002299908	22.99908245	229990.8	229.990824	0.2300
P4R1	7.8985	9.7598	1.8613	9.1817	1.2832	45.051	132.01	0.0097208	0.004860412	48.60412153	486041.2	486.041215	0.4860
P4R2	7.8889	9.5956	1.7067	8.9817	1.0928	56.177	132.01	0.0082785	0.004139229	41.39228804	413922.9	413.92288	0.4139
P5R1	5.7504	8.0531	2.3027	7.3549	1.6045	43.515	132.01	0.0121548	0.006077409	60.77409056	607740.9	607.740906	0.6077
P5R2	7.6769	9.5527	1.8758	8.9632	1.2863	45.829	132.01	0.0097443	0.004872154	48.72154109	487215.4	487.215411	0.4872
P6R1	7.8938	8.8069	0.9131	8.4561	0.5623	62.387	132.01	0.0042597	0.002129839	21.29839272	212983.9	212.983927	0.2130
P6R2	6.0129	7.0746	1.0617	6.7368	0.7239	46.664	132.01	0.0054839	0.002741936	27.41936064	274193.6	274.193606	0.2742
P7R1	6.1432	7.3001	1.1569	6.909	0.7658	51.071	132.01	0.0058013	0.002900642	29.00641854	290064.2	290.064185	0.2901
P7R2	7.4007	8.4545	1.0538	8.0728	0.6721	56.792	132.01	0.0050915	0.002545732	25.45731771	254573.2	254.573177	0.2546
P8R1	6.5385	7.5385	1.000	7.1555	0.617	62.075	132.01	0.0046741	0.002337028	23.37027976	233702.8	233.702798	0.2337
P8R2	6.493	7.9493	1.4563	7.3519	0.8589	69.554	132.01	0.0065066	0.003253279	32.53279301	325327.9	325.32793	0.3253
P9R1	5.4681	6.993	1.5249	6.4592	0.9911	53.859	132.01	0.0075080	0.003754017	37.54016899	375401.7	375.40169	0.3754

P9R2	5.3343	6.6012	1.2669	6.1211	0.7868	61.019	132.01	0.0059604	0.002980184	29.80184135	298018.4	298.018414	0.2980
P10R1	7.9885	9.766	1.7775	8.9889	1.0004	77.679	132.01	0.0075785	0.003789243	37.89242767	378924.3	378.924277	0.3789
P10R2	7.7171	8.8727	1.1556	8.4007	0.6836	69.046	132.01	0.0051786	0.002589291	25.89290639	258929.1	258.929064	0.2589
P11R1	6.0465	8.7051	2.6586	7.7722	1.7257	54.059	132.01	0.0130730	0.006536482	65.36481652	653648.2	653.648165	0.6536
P11R2	7.8384	8.7538	0.9154	8.4322	0.5938	54.160	132.01	0.0044983	0.002249153	22.49152694	224915.3	224.915269	0.2249
P12R1	5.9242	7.4042	1.48	6.878	0.9538	55.169	132.01	0.0072255	0.003612735	36.12734657	361273.5	361.273466	0.3613
P12R2	6.831	8.7892	1.9582	7.9818	1.1508	70.160	132.01	0.0087178	0.004358917	43.58917009	435891.7	435.891701	0.4359
P13R1	5.312	6.7198	1.4078	6.1591	0.8471	66.191	132.01	0.0064172	0.003208584	32.08584114	320858.4	320.858411	0.3209
P13R2	5.7997	6.8059	1.0062	6.4589	0.6592	52.640	132.01	0.0049937	0.002496874	24.96870084	249687.0	249.687008	0.2497
P14R1	6.1052	7.1531	1.0479	6.8011	0.6959	50.582	132.01	0.0052718	0.002635889	26.35879689	263588.0	263.587969	0.2636
P14R2	7.9879	9.9872	1.9993	9.2711	1.2832	55.806	132.01	0.0097208	0.004860412	48.60412153	486041.2	486.041215	0.4860
P15R1	6.061	7.8805	1.8195	7.21845	1.15745	57.199		0.0087682	0.00438410	43.8410539	438410.5	438.41054	0.4384
P15R2	6.7881	7.9977	1.2096	7.5099	0.7218	67.581	132.01	0.0054680	0.002733982	27.33981836	273398.2	273.398184	0.2734

Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

ANEXO F: RESPALDO FOTOGRÁFICO



Análisis en laboratorio



Levantamiento de información en campo



Realizado por: Socoy, Carlos, 2021.

ANEXO G: CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA



esPOCH | **Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 19 / 04 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Carlos Alfredo Socoy Chinli</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Ingeniería en Biotecnología Ambiental</i>
Título a optar: <i>Ingeniero en Biotecnología Ambiental</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE**

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (CN):
esPOCH, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION
ESBCE, j=QUITO,
serialNumber=0200021402,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2022.04.19 15:24:58 -0500'



0614-DBRA-UTP-2022