



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

**ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL ECOSISTEMA  
PÁRAMO EN LA CIMA CUARTEL DE LOS INCAS, UBICADA EN  
EL NEVADO CHIMBORAZO, CANTÓN RIOBAMBA,  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

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

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE INGENIERO FORESTAL**

**PAREDES ARCOS FERNANDO JAVIER**

Riobamba - Ecuador

2019

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de tesis titulado **ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL ECOSISTEMA PÁRAMO EN LA CIMA CUARTEL DE LOS INCAS, UBICADA EN EL NEVADO CHIMBORAZO, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad del Señor egresado Fernando Javier Paredes Arcos, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizado su presentación.

### TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



---

**Dra. Norma Soledad Erazo Sandoval**

**DIRECTOR.**

19-07-2019

**Fecha**



---

**Ing. Victor Manuel Espinoza**

**ASESOR.**

19-07-2019

**Fecha**


**RIOBAMBA-ECUADOR**

---

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Fernando Javier Paredes Arcos declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que proviene 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.



---

Fernando Javier Paredes Arcos

160067648-8

## **AUTORÍA**

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.

## **DEDICATORIA**

“Caminando en línea recta no puede uno llegar muy lejos” Antoine de Saint-Exupéry  
(1943)

“El mundo no precisa de nuevos continentes, sino de hombres nuevos” Julio Verne  
(1870)

El presente trabajo de Titulación está dedicado a mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado durante todo el tiempo de estudios, sus valores y el gran amor que ayudo a cumplir con mis metas.

A mis amigos, compañeros con los cuales compartí muchos momentos gratos.

A mi hermano Sebastián y mi abuelita Luzmila que son un pilar fundamental para mi vida.

**FERNANDO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis queridos padres por el amor, apoyo y la infinita paciencia que tuvieron para ver que cumpla mi meta.

Agradezco a mis docentes, por su gran sabiduría y grandes consejos con su ayuda pude realizar esta travesía.

Agradezco a mis compañeros y amigos con quienes compartimos momentos buenos y malos durante el transcurso de la carrera, pero siempre tratando de llegar a una meta en común, el ser Ingenieros/as Forestales.

“La ciencia se compone de errores, que a su vez son los pasos hacia la verdad”

Julio Verne

**FERNANDO JAVIER PAREDES ARCOS**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICES DE TABLAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iii
ÍNDICE DE GRAFICAS .....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	v
<b>I..... ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL ECOSISTEMA PÁRAMO EN LA CIMA CUARTEL DE LOS INCAS, UBICADA EN EL NEVADO CHIMBORAZO, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO .....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>A. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>B. Objetivos de la investigación.....</b>	<b>3</b>
<b>1. General .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>C. HIPÓTESIS .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Hipótesis nula.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Hipótesis alternante.....</b>	<b>4</b>
<b>III. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>5</b>
<b>A. Tipos de ecosistemas de páramo.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Bosque siempreverde montano alto y montano alto superior de páramo..</b>	<b>5</b>
<b>2. Rosetal caulescente y herbazal montano alto y montano alto superior de páramo (frailejones) .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Herbazal bambusoide montano alto y montano alto superior de páramo.</b>	<b>5</b>
<b>4. Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo ....</b>	<b>6</b>
<b>5. Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo .....</b>	<b>6</b>
<b>6. Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo ....</b>	<b>6</b>
<b>7. Herbazal húmedo montano alto superior de páramo .....</b>	<b>6</b>
<b>8. Arbustal siempreverde montano alto superior y subnival de páramo .....</b>	<b>7</b>
<b>9. Herbazal húmedo subnival de páramo.....</b>	<b>7</b>
<b>10. Herbazal ultrahúmedo subnival de páramo .....</b>	<b>7</b>
<b>11. Arbustal siempreverde montano alto de páramo del sur de Ecuador.....</b>	<b>7</b>
<b>B. Clima .....</b>	<b>8</b>

C.	Importancia .....	8
D.	Problemas .....	9
E.	Razones para estudiar ambientes de alta montaña.....	9
F.	Viento.....	10
1.	Barlovento .....	10
2.	Sotavento .....	11
G.	Diversidad de Especies y su medición.....	11
H.	Non-Metric Dimensional Scaling (nMDS) y Kriging .....	12
1.	Non-Metric Dimensional Scaling (nMDS).....	12
2.	Kriging.....	12
IV.	MATERIALES Y METODOLOGÍA .....	14
1.	Sitio de estudio .....	14
1.1	<i>Localización de estudio</i> .....	14
1.2	<i>Ubicación geográfica</i> .....	15
1.3	<i>Características climáticas</i> .....	15
1.4	<i>Clasificación ecológica</i> .....	15
A.	Materiales y Equipos .....	16
1.	Materiales.....	16
2.	Equipos .....	16
B.	Metodología .....	16
1.	Identificación y selección de la cima para el establecimiento de las parcelas .....	16
2.	Verificar el Establecimiento de parcelas permanentes .....	17
2.1	<i>Determinación del punto cumbre</i> .....	17
2.2	<i>Establecimiento de las parcelas</i> .....	18
3.	Muestreo en las parcelas permanentes .....	18
3.1	<i>Porcentaje de cobertura de superficie</i> .....	18
3.2	<i>Muestreo de la cobertura mediante puntos fijos en rejilla</i> .....	19
4.	Identificación y Herborización.....	19
4.1	<i>Recolección de muestras</i> .....	19
4.2	<i>Secado y prensado</i> .....	20
5.	Metodología para el análisis de información .....	20
5.1	<i>Diversidad relativa de cada familia (DiR)</i> .....	20
5.2	<i>Densidad (D)</i> .....	19



5.3	<i>Densidad Relativa (DR)</i> .....	21
5.4	<i>Frecuencia Relativa (FR)</i> .....	21
5.5	<i>Cobertura con estimación Visual</i> .....	21
5.6	<i>Cobertura con puntos de intercepción</i> .....	21
5.7	<i>Índice de Dominancia Simpson</i> .....	22
5.8	<i>Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')</i> .....	22
5.9	<i>Análisis de escalamiento nMDS (Non-Metric Dimensional Scaling)</i> .....	23
5.10	<i>Análisis de varianza</i> .....	23
5.11	<i>Mapas de Viento</i> .....	23
V.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
A.	<b>Composición florística de la cima</b> .....	25
1.	<b>Vegetación por puntos cardinales</b> .....	27
1.1	<i>Vegetación en la parte Norte</i> .....	27
a.	Riqueza en la parte Norte.....	27
b.	Densidad relativa en la parte Norte.....	28
c.	Valor de Importancia de las especies en la parte Norte .....	28
1.2	<b>Vegetación en la parte Sur</b> .....	29
a.	Riqueza en la parte Sur .....	30
b.	Densidad relativa en la parte Sur .....	30
c.	Valor de Importancia de las especies en la parte Sur.....	30
1.3	<i>Vegetación en la parte Oeste</i> .....	32
a.	Riqueza en la parte Oeste.....	32
b.	Densidad relativa en la parte Oeste.....	32
c.	Valor de Importancia de las especies en la parte Oeste .....	32
1.4	<b>Vegetación en la parte Este</b> .....	34
a.	Riqueza en la parte Este.....	34
b.	Densidad relativa en la parte Este.....	34
c.	Valor de Importancia de las especies en la parte Este .....	34
2.	<b>Cobertura</b> .....	37
2.1.	<i>Estimación visual de la cobertura</i> .....	37
2.2	<i>Cobertura de plantas Vasculares</i> .....	38
2.3	<i>Cobertura de Suelo Desnudo</i> .....	39
3.	<b>Índices de Biodiversidad Alfa</b> .....	41
3.1	<i>Índice de biodiversidad de Simpson</i> .....	41

3.2	<i>Índice de biodiversidad de Shannon</i> .....	41
4.	<b>Proximidad de los Puntos Cardinales respecto a las Especies</b> .....	42
5.	<b>Viento</b> .....	43
B.	<b>Descripción de especies</b> .....	47
VI.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	57
VII.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	58
VIII.	<b>RESUMEN</b> .....	59
IX.	<b>ABSTRACT</b> .....	60
X.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	61
XI.	<b>ANEXOS</b> .....	67

## ÍNDICES DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Conceptos de diversidad.....	11
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas UTM de la cima Cuartel de los Incas. ....	15
<b>Tabla 3.</b> Clima promedio del Nevado Chimborazo .....	15
<b>Tabla 4.</b> Clasificación ecológica.....	15
<b>Tabla 5.</b> Criterio y evaluación de la cima.....	16
<b>Tabla 6.</b> Composición Florística de la cima .....	25
<b>Tabla 7.</b> Anava N° de Especies por Sitio .....	26
<b>Tabla 8.</b> Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Norte.....	28
<b>Tabla 9.</b> Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Sur.....	30
<b>Tabla 10.</b> Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Oeste. ....	32
<b>Tabla 11.</b> Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Este. ....	35
<b>Tabla 12.</b> Cobertura de las parcelas.....	37
<b>Tabla 13</b> Anava Cobertura de plantas vasculares.....	38
<b>Tabla 14.</b> Anava de cobertura de suelo.....	39
<b>Tabla 15.</b> Índices de biodiversidad Simpson de los puntos cardinales .....	41
<b>Tabla 16</b> Comparación del índice de simpson en los puntos cardinales .....	41
<b>Tabla 17.</b> Ficha comendatada de <i>Erigerium humile</i> .....	47
<b>Tabla 18</b> Ficha comendatada de <i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) .....	47
<b>Tabla 19</b> Ficha comentada de <i>Bindens Andicola</i> .....	48
<b>Tabla 20</b> Ficha comentada de <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam) .....	48
<b>Tabla 21</b> Ficha comentada de <i>Hyppochaseris sessiflora</i> Kunth .....	49
<b>Tabla 22</b> Ficha comentada de <i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pay).....	49
<b>Tabla 23</b> Ficha comentada de <i>Ageratina pichinchinsis</i> (Kunth).....	50
<b>Tabla 24</b> Ficha comentada de <i>Werberia nubigena</i> (Kunth).....	50
<b>Tabla 25</b> Ficha comentada de <i>Aetheolaena lingulata</i> .....	51
<b>Tabla 26</b> Ficha comentada de <i>Chuquiragua jusseieui</i> .....	51
<b>Tabla 27</b> Ficha comentada de <i>Valeriana mycrophyla</i> .....	52
<b>Tabla 28</b> Ficha comentada de <i>Valeria rigida</i> .....	52

<b>Tabla 29</b> Ficha comentada de <i>Lupinus pubescens</i> .....	53
<b>Tabla 30</b> Ficha comentada de <i>Lupinus mycophyllus</i> .....	53
<b>Tabla 31</b> Ficha comentada de <i>Gentiana sedifolia</i> kunth .....	54
<b>Tabla 32</b> Ficha comentada de <i>Geranium ecuadorensis</i> Hieron.....	54
<b>Tabla 33</b> Ficha comentada de <i>Hypericum lancioides</i> .....	55
<b>Tabla 34</b> Ficha comentada de <i>Castilleja fissifolia</i> .....	55
<b>Tabla 35</b> Ficha comentada de <i>Calamagrostis intermedia</i> .....	56

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Puntos de muestreo. ....	14
<b>Figura 2</b> Establecimiento de las parcelas permanentes en el área cimera .....	18
<b>Figura 3.</b> Marco de enrejado.....	19
<b>Figura 4.</b> Mapa de viento años 2013 .....	43
<b>Figura 5.</b> Mapa de viento año 2014.....	43
<b>Figura 6.</b> Mapa de viento 2015.....	44
<b>Figura 7.</b> Mapa de vientos 2016 .....	44
<b>Figura 8</b> Mapa de vientos 2017 .....	45
<b>Figura 9</b> Mapa de viento 2018.....	45

**ÍNDICE DE GRAFICAS**

<b>Gráfico 1.</b> Número de especies e individuos en los puntos cardinales.....	27
<b>Gráfico 2.</b> Diferencias de coberturas entre las parcelas .....	38
<b>Gráfico 3.</b> Suelo desnudo según la dirección. ....	39
<b>Gráfico 4.</b> Tres especies con cobertura más representativa de los puntos cardinales. ..	40
<b>Gráfico 5.</b> nMDS de los puntos cardinales .....	42

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXOS A.** Hoja guía 1 de cobertura
- ANEXOS B.** Índices de Biodiversidad Norte
- ANEXOS C.** Índices de Biodiversidad Sur
- ANEXOS D.** Índices de Biodiversidad Oeste
- ANEXOS E.** Índices de Biodiversidad Este
- ANEXOS F.** Cima Cuartel de los Incas
- ANEXOS G.** Evaluación de una subparcela

# **I. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DEL ECOSISTEMA PÁRAMO EN LA CIMA CUARTEL DE LOS INCAS, UBICADA EN EL NEVADO CHIMBORAZO, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

Los páramos son considerados como los ecosistemas naturales de mayor altitud en el mundo, estos ecosistemas son considerados archipiélagos biológicos debido a la gran biodiversidad que presenta (Hofstede et al., 2003). Los páramos son ecosistemas únicos en el mundo debido a su alta biodiversidad, normal mente son considerados de gran importancia debido a los servicios ambientales que brindan para el desarrollo de las zonas bajas, sin embargo este ecosistema es amenazado por el cambio climático, debido a que su ecología esta condicionadas a las bajas temperaturas entonces con el aumento gradual que está viviendo el planeta , estos lugares son propensos a presentar cambios en la biota radicales e incluso la extinción de algunas especies y por ende la pérdida del equilibrio natural (Pauli et al., 2015); (Rodríguez, 2011).

Aproximadamente 10 millones de personas en tierras altas de los Andes que se benefician del suministro y regulación del agua que procede de dicho ecosistema. En el Ecuador, representan una superficie de 13372 km<sup>2</sup>, cerca del 6% del territorio nacional, estos ecosistemas presentan un límite inferior a los 3500 msnm sin embargo las condiciones geo climáticas y antrópicas hacen que este límite varíe y se encuentre páramos desde los 2800 msnm principalmente en el sur del país (Hofstede et al., 2014; Medina & Mena, 2001). En la Provincia de Chimborazo el páramo abarca el 37% de la superficie total, este ecosistema es el principal proveedor de servicios ambientales de la sierra Ecuatoriana (Pacurucu, et al., 2015).



## **A. JUSTIFICACIÓN**

El ecosistema páramo es considerado como el ecosistema de alta montaña con mayor biodiversidad del planeta, muchos estudios demuestran que poseen la mayor diversidad entre los ecosistemas de alta montaña del mundo, en él habitan especies únicas de la zona sin contar con muchos de los servicios ambientales que proporciona a la comunidad sin embargo este ecosistema es susceptible frente al cambio climático que está provocando un aumento de temperatura, este ecosistema es perturbado directamente ya que está condicionado por sus bajas temperaturas. Si las tendencias siguen su curso la flora se verá afectada profundamente incluso con la extinción de especies (Cuesta et al., 2012); (Pauli et al., 2015).

Las cimas son considerados indicadores debido a que su vegetación es susceptible a cambios en la temperatura y el impacto del viento, la cima cuartel de los Incas fue elegida debido a que se encuentra en una zona de amortiguamiento y se ubica en la cara este del nevado Chimborazo presentando potencial para esta investigación.

## **B. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1. General**

- Determinar la diversidad florística del ecosistema páramo en la cima cuartel de los Incas, ubicada en el nevado Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

### **2. Específicos**

- Cuantificar la composición florística y su cobertura en los puntos cardinales.
- Analizar los índices de biodiversidad florística en las parcelas permanentes.
- Elaborar un catálogo digital de las especies identificadas en la cima.

## **C. HIPÓTESIS**

### **1. Hipótesis nula**

No presenta diferencia significativa de diversidad florística entre los puntos cardinales de la cima.

### **2. Hipótesis alternante**

Presenta diferencia significativa de diversidad florística entre los puntos cardinales de la cima.

### III. MARCO CONCEPTUAL

#### A. TIPOS DE ECOSISTEMAS DE PÁRAMO

##### 1. Bosque siempreverde montano alto y montano alto superior de páramo

Este tipo de vegetación es principalmente bosque con un bioclima pluviestacional en una altitud de 3200 a 4100 msnm en la sierra centro y de 2900 a 3300 msnm en el Sur.

Estos bosques presentan alturas de 5 a 7 m, una particularidad de estos bosques es que crecen de forma torcida y con muchas ramificaciones debido a las condiciones climáticas de este sitio (MAE, 2012).

##### 2. Rosetal caulescente y herbazal montano alto y montano alto superior de páramo (frailejones)

La cobertura es de arbustales y frailejones que presenta un bioclima pluvial en una altitud de 3350 msnm a 4000 msnm, la vegetación presenta altura de 1-3m generalmente dominado por caulirrosulados de un solo tallo, matorrales y gramíneas amacolladas. Se encuentra en laderas montañosas, planicies. En la zona inferior predomina *Calamagrostis intermedia*, y *Espeletia pycnophylla* (MAE, 2012).

##### 3. Herbazal bambusoide montano alto y montano alto superior de páramo

Presenta una cobertura arbustiva y herbácea con bioclima pluvial, se encuentran en una altitud de 3300 - 4100 msnm en la región Sierra Norte, 3000-3300 msnm en el Sur, la vegetación predominante son *Bambusoideae* con 3 m de altura aproximadamente. Este ecosistema se localizado en la vertiente externa de la cordillera Real Oriental de los Andes en lugares con alta humedad, suelos pedregosos poco desarrollados. (MAE, 2012).

#### **4. Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo**

Presenta una cobertura herbácea típica de humedal, considerados ecosistemas azonales, tiene una mayor influencia de las características edáficas y micro climáticas locales según su gradiente altitudinal. Debido a su vegetación las plantas forman cojines que ayudan a la saturación de agua (MAE, 2012).

#### **5. Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo**

Este tipo de ecosistema presenta suelos andisoles que se desarrollan a partir de material piroplástico originado por erupciones volcánicas (Gutiérrez, 2006). Almacena gran cantidad de agua por cantidad de volumen debido a sus condiciones de alta humedad y gran cantidad de carbón almacenado (MAE, 2012).

#### **6. Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo**

En este tipo de ecosistema podemos encontrar pajonales amacollados con alturas de 1.20 m, que interactúan con arbustos en pequeñas manchas. La estructura del páramo arbustivo cambia hacia la parte baja ya que la riqueza de arbustos aumenta (MAE, 2012: pp. 1-143).

Las principales especies que podemos observar aquí son *Calamagrostis* y especies arbustivas de los géneros *Baccharis*, *Gynoxys*, *Brachyotum*, *Escallonia*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Buddleja*, *Monnina* e *Hypericum*. (MAE, 2012).

#### **7. Herbazal húmedo montano alto superior de páramo**

Se encuentra dominado por especies de *Stipa*, *Senecio tertifolius* y *Plantago* spp. Se ubica en la cordillera occidental de la sierra, para que este tipo de ecosistema se presente es necesario la presencia de altas precipitaciones (MAE, 2012).

## **8. Arbustal siempreverde montano alto superior y subnival de páramo**

Se encuentra en las zonas más altas de montañas por lo cual presenta una geomorfología con pendientes escarpadas, superficies pedregosa y cercanas a los sitios de innivación y glaciares. Su ubicación geográfica es la sierra noroccidentales y nororientales de la sierra y las formas de vida dominantes son: arbustos esclerófilos, cojines y hierbas de tallo corto (MAE, 2012).

## **9. Herbazal húmedo subnival de páramo**

También considerado como superpáramo seco, con una vegetación predominada con pasto de tallo corto, arbustos postrados, rosetas, hierbas de cojín el área presenta suelo desnudo en su mayor porcentaje (MAE, 2012).

## **10. Herbazal ultrahúmedo subnival de páramo**

Es un ecosistema dominado por plantas de las Familias Poacea y Asteracea en un 33% y el resto de familias se encuentran distribuidas de forma asimétrica, aproximadamente se ubica en laderas con abundantes rocas y pedregales (MAE, 2012, pp. 1-143).

## **11. Arbustal siempreverde montano alto de páramo del sur de Ecuador**

Es también conocido como bosque con alturas que no pasan los 3 m. La flora esta compuesta principalmente con géneros que contienen espinos como *Hesperomeles* y *Rubus*, *Ribes*, *Berberis*, *Desfontainia* y entre los pequeños árboles se encuentra *Polylepis* (MAE, 2012).

## **B. CLIMA**

Los páramos generalmente presentan climas fríos, húmedos y con alta nubosidad. Sin embargo, este concepto no lo podemos tomar como una generalidad debido a que todos los páramos presentan condiciones climáticas propias y son muy variadas en los sectores, el cambio se presenta en las precipitaciones, temperaturas, horas de luz, humedad relativa, viento y altitud. La temperatura media no presenta variación durante el año sin embargo presenta una variación drástica entre el día (más de 20°C) y la noche (menos de 0°C). El límite de hielo es constante y fijo alrededor de los 5 000 metros. Entre 4 000msnm y 5 000 msnm, ocurren heladas frecuentemente durante la noche, pero la temperatura durante el día es suficientemente alta para evitar acumulación de hielo. Por debajo de los 4 000 msnm hay pocas heladas y su ocurrencia está restringida a unas horas antes del amanecer (Hofstede et al., 2014).

## **C. IMPORTANCIA**

Los páramos son considerados como uno de los ecosistemas con mayor productividad de servicios ecosistémicos en todo el mundo debido a que actúan como proveedores de agua debido a su vegetación y las condiciones de clima en el que se encuentran dichos ecosistemas. Las almohadillas y otras plantas exclusivas de páramo que actúan como esponjas para el almacenamiento de agua que cae de las abundantes precipitaciones y nubosidad que se encuentra en estos ecosistemas.

Esta agua almacenada se libera lentamente por los caudales abasteciendo a las poblaciones y otros ecosistemas de menor altitud. Esto provoca una dependencia en torno el agua almacenada en el páramo (Medina & Mena, 2001). El desconocimiento de la importancia de este ecosistema, impide desarrollo de planes de manejo adecuados o implementación de estrategias adecuadas para su preservación. Es necesario diseñar y aplicar estrategias participativas con la comunidad local, nacional e internacional. Una visión interdisciplinaria que incluya el estudio de las relaciones ecológicas podría llevar a la comprensión de las interacciones entre las poblaciones y haría posible su conservación (Morales & Estévez, 2006).

El páramo ofrece servicios ecosistémicos de gran importancia y fundamentales para el desarrollo de la población sin embargo son de los más amenazados por agricultura intensiva, la urbanización, la contaminación, la construcción de represas, la adecuación de tierra para infraestructura turística, la desecación y otras formas de intervención en el sistema ecológico e hidrológico que alteran los procesos naturales (Morales & Estévez, 2006).

#### **D. PROBLEMAS**

El páramo es considerado un ecosistema de mucha importancia, sin embargo, se encuentra en peligro debido a la vulnerabilidad, lo que les ha valido la denominación de Hotspot. A pesar de su topografía irregular y las condiciones climáticas de las cordilleras. En estos lugares se encuentra la mayor cantidad de la población humana, lo que ha provocado el avance de la frontera agrícola y el deterioro de los ecosistemas de alta montaña (Morales & Estévez, 2006).

Los principales problemas que se presentan en el páramo son: La deforestación, el ascenso del límite de la agricultura, el pastoreo y las quemadas. Este tipo de actividades están provocando la disminución drástica de estos ecosistemas, estas pérdidas de flora y fauna provocan la pérdida de material genético único y de mucha importancia, también teniendo en cuenta que los páramos son considerados los productores de bienes y servicios ecosistémicos para la población.

#### **E. RAZONES PARA ESTUDIAR AMBIENTES DE ALTA MONTAÑA**

El ecosistema de montaña se puede considerar como un terreno poco explorado y documentado debido a la dificultad de acceso, sus bajas temperaturas, pendientes escarpadas sin embargo se han realizado estudios demostrando que estos sitios tienen una diversidad única debido a las condiciones en las que se encuentran, la montaña se ve



condicionada principalmente por las bajas temperaturas, innivación, radiación y el viento. El calentamiento global influye directamente en la temperatura y radiación del planeta, tomando en cuenta estos factores podemos considerar a los ecosistemas de alta montaña como laboratorios naturales que son susceptibles a las alteraciones provocadas por el cambio climático (Noroozi, Pauli, Grabherr, & Breckle, 2011); (Pauli et al., 2015).

El bioma de alta montaña es el único que se distribuye por todo el planeta desde los trópicos a las regiones polares. Es el único ecosistema donde podemos realizar estudios del impacto del directo del calentamiento global sobre la flora y fauna. Los ecosistemas de alta montaña son relativamente sencillos de predecir su comportamiento ante alguna alteración, esto se debe a la influencia de factores ecológicos abióticos relacionados con el clima.

## **F. VIENTO**

El viento es un factor importante en los ambientes de alta montañas debido a que las corrientes chocan constantemente con las superficies provocando cambios en la vegetación y morfología, todo el ambiente de alta montaña se ven condicionados a este fenómeno (Campos& Castro, 1992); (Porrás, 2013).

### **1. Barlovento**

El viento de barlovento impacta principalmente en la cordillera oriental de las montañas de la sierra ecuatoriana provocando la descarga de agua en este lado de la cordillera y explicando la vegetación característica de la misma, sin embargo estas condiciones pueden cambiar dependiendo de la estación del año y la topografía del sitio (Viale, 2010).

## 2. Sotavento

Es la parte donde pasa el viento después de golpear con la montaña, estos tipos de vientos son generalmente sin humedad ya que se descargaron en la zona de barlovento (Viale, 2010).

## G. DIVERSIDAD DE ESPECIES Y SU MEDICIÓN

La diversidad de especies lo podemos considerar como la variedad de organismos vivos que se relacionan en un bioma, por lo que su valoración nos permite formular estrategias para su manejo sostenible y conservación (Crist & Veech, 2006); (Zacarías & Del Castillo, 2009).

Según Sosa (2000) la diversidad es un conjunto de tres conceptos, que abarcan de una forma amplia el tema de diversidad cómo se puede observar en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Conceptos de diversidad

<b>Conceptos</b>	<b>Definición</b>
<b>Biogeográficos-históricos</b>	Trata de definir el origen de las especies formando las taxas.
<b>Ecológicos</b>	Es la estructura y funcionamiento del ecosistema desde los puntos de vista descriptivo, funcional, evolutivo.
<b>Culturales:</b>	Es la interacción del hombre y la naturaleza

Fuente: Sosa, 2000

Realizado por: Fernando Paredes

Según (Rodríguez, 2011) se toman en cuenta 3 aspectos fundamentales para evaluar la biodiversidad:

- Índices de riqueza de especies: es el número de especies en una zona de muestreo.
- Modelos de abundancia de especies: describe la distribución de la abundancia en la zona de estudio y sus relaciones.
- Abundancia proporcional de especies: para esto es necesario tomar en cuenta índices de biodiversidad como: Shannon y Simpson, que pretenden dar una respuesta de la riqueza y la uniformidad.

## H. NON-METRIC DIMENSIONAL SCALING (NMDS) Y KRIGING

### 1. Non-Metric Dimensional Scaling (nMDS)

Según Young & Householder (1983) A diferencia del escalamiento métrico, el modelo de escalamiento no métrico no presupone una relación lineal entre las proximidades y las distancias, sino que establece una dependencia monótona creciente entre ambas, es decir, si  $\delta_{ij} < \delta_{kl} \Rightarrow d_{ij} \leq d_{kl}$ . Shepard (1962) demostró que es posible dar soluciones métricas asumiendo únicamente una relación ordinal entre proximidades y distancias. Posteriormente Kruskal (1964) mejoró el modelo. Es decir que se puede lograr una relación entre datos de acuerdo a la proximidad y similaridad que estos presentan (Casas, 2012).

El método NMDS (Non-Metric Dimensional Scaling) se utiliza fundamentalmente para visualizar la interrelación que guardan dos variables, ordenando las muestras en base a rangos de similitud entre ellas, el análisis da como resultado un diagrama que representa de una manera gráfica la relación entre las parcelas y las especies. (Fermín, M., Pizarro, J. & Flores, 2016); (Sonco, 2013).

### 2. Kriging

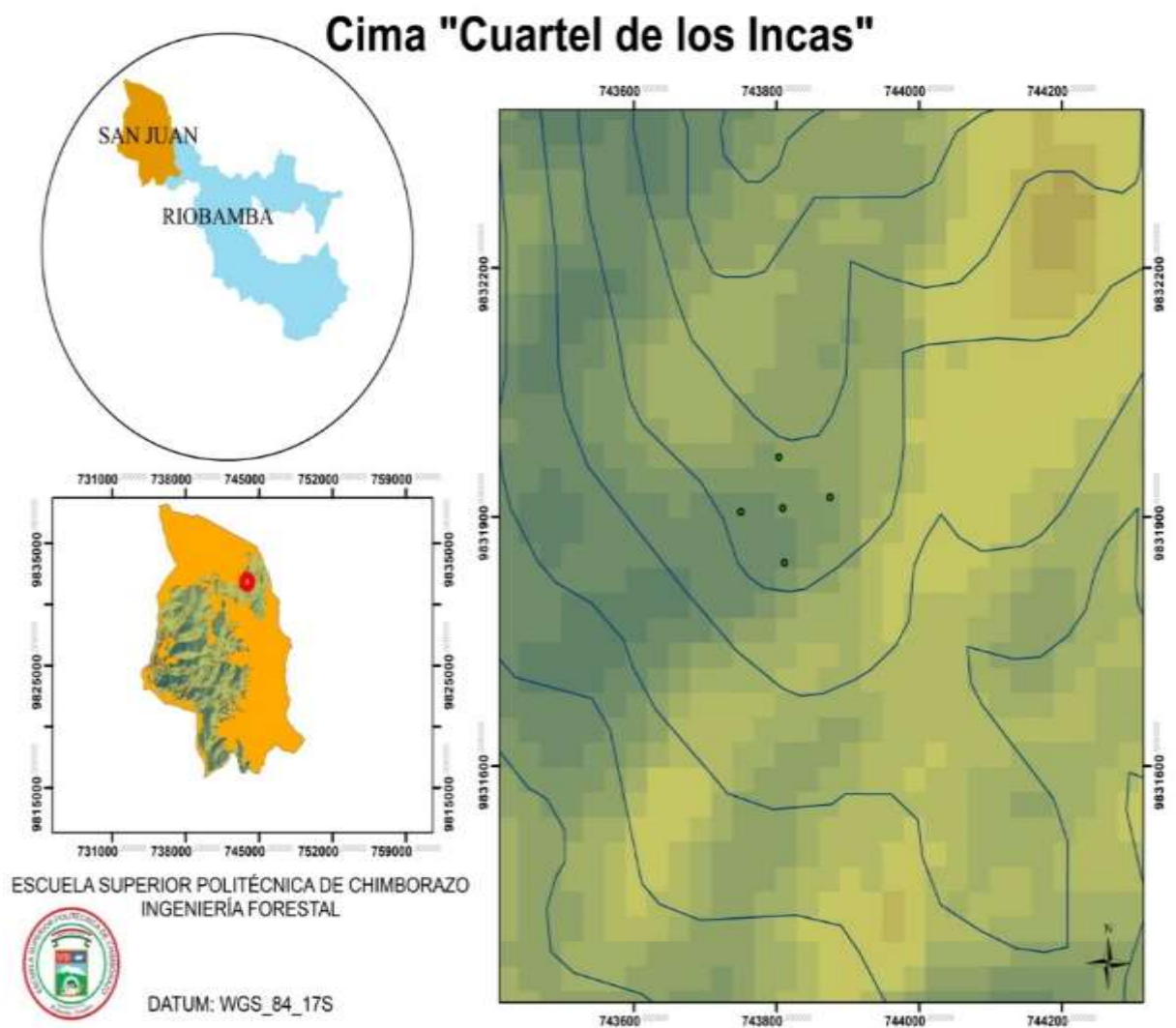
Es una herramienta de interpolación geo estadístico en el que se busca una auto correlación entre dos variables es decir la relación entre los puntos medidos para predecir el comportamiento de una superficie, kriging supone la correlación espacial que puede existir entre los puntos, este método es utilizado cuando se conoce la dirección y distancia entre las correlaciones (Oliver, 1990).

## IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 1. Sitio de estudio

#### 1.1 Localización de estudio

La presente Investigación se realizó en la cima del cuartel de los Incas, en el nevado Chimborazo durante los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2018 en la figura 1 se puede observar los puntos de muestreo.



**Figura 1.** Puntos de muestreo.

Realizado por: Paredes, 2019

## 1.2 Ubicación geográfica

**Tabla 2.** Coordenadas UTM de la cima Cuartel de los Incas.

DATUM	Latitud	Longitud	Altitud
Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S, DATUM	721653	9792934	3900 msnm.

Realizado por: Paredes, 2019

## 1.3 Características climáticas

**Tabla 3.** Clima promedio del Nevado Chimborazo

Temperatura media anual	Precipitación media anual:	Humedad relativa anual:
16°C (día)	500-1000 mm	100% máxima
-0°C (Noche)		50% mínima

Fuente: Aguinda, 2017

Realizado por: Paredes, 2019

## 1.4 Clasificación ecológica

**Tabla 4.** Clasificación ecológica

Clasificación	Formación vegetal / ecosistema
Ministerio del ambiente. 2012.	Herbazal Húmedo montano alto superior de Páramo

Fuente: MAE, 2012

Realizado por: Paredes, 2019

## A. MATERIALES Y EQUIPOS

### 1. Materiales

Brújula (Suunto KB-14/360), Clinómetro (Suunto PM-5/360PC), Cámara Nikon D3300 + Protector antilluvias+Objetivo Gran angular 18-55mm, GPS Garmin MAP 64sc, Impresora Epson L210Cámara Fotográfica.

### 2. Equipos

Resma Papel A4, Malla de 1×1 m con enrejado, estacas de madera, Rollo de cuerda de 500 m, Combo, Rollo de alambre delgado, Prensas de aluminio, Paquete de bolsas con sellado hermético, Tijeras de podar, Cinta adhesiva americana, Tarro de pintura duradera de alto tráfico, Rotuladores indelebles, Hilo de coser gruesos, hojas de Cartulina (37x25), 3 Cintas métricas de 50 m.

## B. METODOLOGÍA

### 1. Identificación y selección de la cima para el establecimiento de las parcelas

Se utilizó softwar ArcGis 10.1 y Google Earth para la selección espacial de la cima , después se realizó la salida de campo para el reconocimiento in situ de la cima que cumplan con las principales características (Tabla 5).

**Tabla 5.** Criterio y evaluación de la cima

<b>Criterios</b>	<b>Recomendados</b>	<b>No Recomendados</b>
<b>Vulcanismo</b>	La cima no es un volcán activo o dormante y no está cerca de un volcán	Volcanismo presente (incluyendo algún volcán dormante).

---

<b>Geomorfología de la cima</b>	<p>La cima presenta una forma cónica regular con los cuatro lados de la pendiente en ángulos menores a 45°.</p> <p>En algunos casos es suficiente que presente 3 lados homogéneos.</p>	<p>Las pendientes de las cimas son demasiado fuertes, escarpadas o inestables para establecer las parcelas de muestreo.</p> <p>La cima es tan plana que no presenta los 5 m de desnivel.</p>
<hr/>		
<b>Situación del hábitad</b>	<p>La vegetación de la cima presenta las comunidades de vegetación características de la respectiva gradiente altitudinal; La vegetación de la cima muestra características específicas de la gradiente altitudinal.</p>	<p>La cima presenta condiciones adversas para el crecimiento de vegetación de acuerdo a su geomorfología.</p>
<hr/>		
<b>Explotación de Territorio</b>	<p>Las cimas no han tenido ningún impacto humano sobre el uso de tierra. Ningún uso de la tierra presente, y la influencia del uso de la tierra histórico es despreciable.</p>	<p>La cima tiene intervención del ser humano históricamente fue sitio de influencia antrópica.</p>

---

Fuente: Eguiguren, Ojeda, & Aguirre, 2010

## **2. Verificar el Establecimiento de parcelas permanentes**

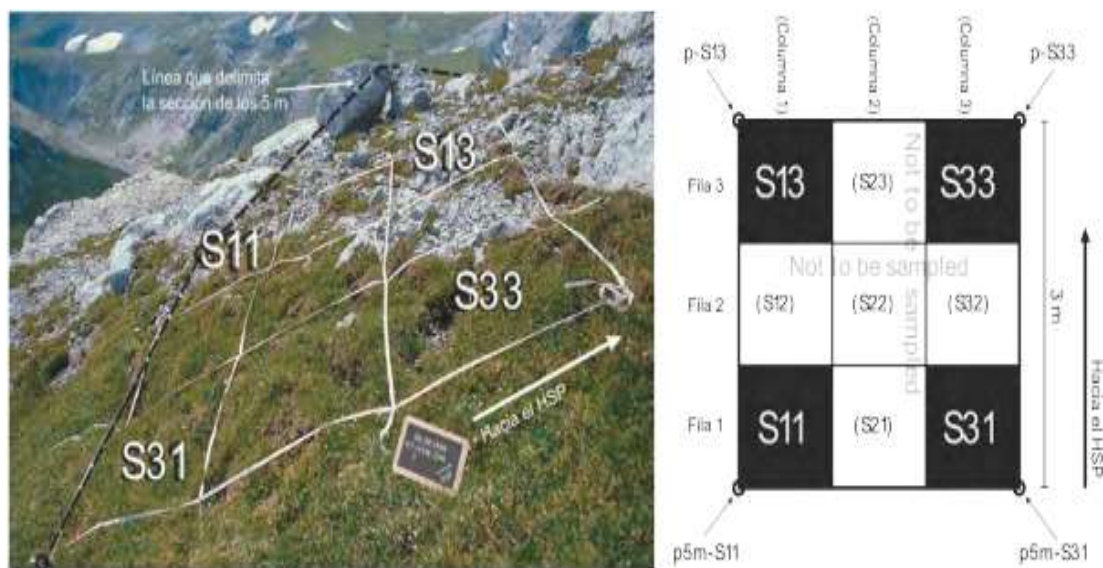
### ***2.1 Determinación del punto cumbre***

El punto cumbre lo ubicamos en el medio de la cima, este fue nuestro punto de referencia para tomar las mediciones y ubicar las parcelas



## 2.2 Establecimiento de las parcelas

Se estableció 4 parcelas de 3 x 3m a 5 m de desnivel desde el punto cumbre orientadas a los 4 puntos cardinales, cada parcela se subdividió en 4 subparcelas de 1x1m para la evaluación de biodiversidad, sumando todas tenemos un total 16 subparcelas en la cima como se puede observar en la Tabla 2-2 (Cuesta et al., 2012); (Eguiguren et al., 2010; (Pauli et al., 2015).



**Figura 2** Establecimiento de las parcelas permanentes en el área cimera

Fuente: Pauli et al., 2015

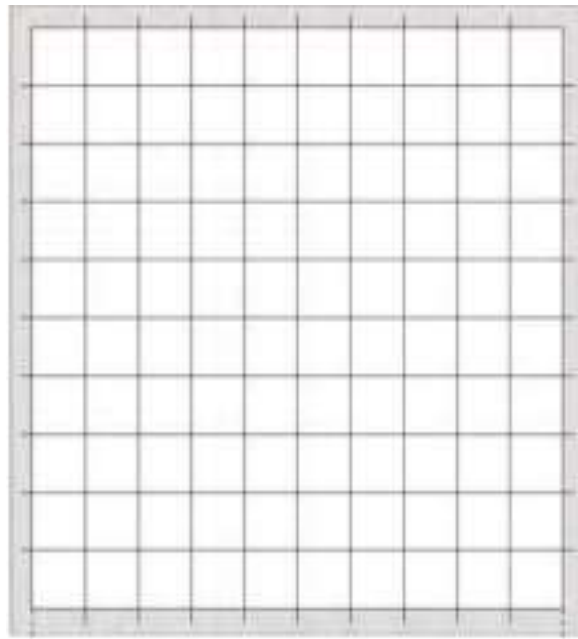
## 3. Muestreo en las parcelas permanentes

### 3.1 *Porcentaje de cobertura de superficie*

Utilizamos las subparcelas de 1x1m (100%) que está dividido en celdas de 0,1 x0,1 m (1%) en el cual se realizarón una estimación visual de cobertura en la superficie (plantas vasculares, briofitos, líquenes, hojarasca, rocas, etc.) las observaciones se realizaron de forma perpendicular para una mejor observación y se anotaron en la Hoja Guia (Anexo A).

### ***3.2 Muestreo de la cobertura mediante puntos fijos en rejilla***

La estimación de los porcentajes de cobertura, número de individuos se lo realizó con la malla de 1x1m utilizando el mismo criterio de la estimación visual, se observará en las celdas de 1x1 la cobertura, la sumatoria de cada uno de los porcentajes de cada uno puede ser superior al 100%, se realizó un conteo de los individuos utilizando los puntos de intersección de los hilos de la malla de 1x1 el que se introduce una varilla de metal de forma perpendicular y se va contando los individuos q toca la varilla de metal hasta llegar al suelo (Figura 3) (Pauli et al., 2015: pp. 40-60)



**Figura 3.** Marco de enrejado.

Fuente: Pauli et al., 2015

## **4. Identificación y Herborización**

### ***4.1 Recolección de muestras***

Se colectaron especímenes con hojas y furos para una identificación certera, después se etiqueto y guardo en una prensa con periódico para su transporte al herbario.

#### ***4.2 Secado y prensado***

Colocamos las muestras entre periódico y papel secante. Asegurándonos que las hojas de la planta estén acomodadas en un sentido haz envés, para poder observar las formas de las hojas por ambos lados.

### **5. Metodología para el análisis de información**

La metodología se basó fundamentalmente en la utilizada por (Eguiguren et al. 2010: pp. 22-60) debido a que utilizamos un diseño experimental igual y tomamos en encuesta variables parecidas.

#### ***5.1 Diversidad relativa de cada familia (DiR)***

Con la diversidad relativa podemos obtener la diversidad de una familia respecto al número de especies, la familia con mayores porcentajes es dominante o de mayor diversidad.

$$DiR = \frac{\text{Número de especies por familia}}{\text{Número total de especies}} 100$$

**Ecuación 1**

#### ***5.2 Densidad (D)***

Número de individuos que existen en el área determinada, la especie que presente mayor densidad consideramos que tiene un mayor número de individuos por hectáreas.

$$D = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Total de area muestreada}}$$

**Ecuación 2**

### ***5.3 Densidad Relativa (DR)***

Son todos los individuos de una especie expresada como una proporción del número total de individuos de todas las especies. La especie con mayor densidad relativa es la que presenta el porcentaje más alto.

$$D = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total individuos}} \times 100$$

**Ecuación 3**

### ***5.4 Frecuencia Relativa (FR)***

Es el número de repeticiones de una especie en el área de muestreo.

$$FR = \frac{\text{Número de parcelas en que se repite la especie}}{\text{Número total de parcelas}} \times 100$$

**Ecuación 4**

### ***5.5 Cobertura con estimación Visual***

Es la categorización de las áreas de las zonas de muestreo, su porcentaje y relación entre ellas.

### ***5.6 Cobertura con puntos de intercepción***

Es la proporción que ocupa una especie en proyección perpendicular al terreno. La especie que tiene el porcentaje más alto es la más dominante.

$$\% \text{ Cob} = \frac{\text{Número de registros de especies}}{\text{Número total de registros}} \times 100$$

Ecuación 5

### 5.7 Índice de Dominancia Simpson

El índice de simpson es manejado comúnmente para determinar la diversidad de una comunidad vegetal, este índice toma en cuenta la dominancia de las especies, siendo así menos sensible con la riqueza (Sonco, 2013).

$$D = \Sigma \left( \frac{n^2}{n^2} \right) = \Sigma (p_i^2)$$

Ecuación 6

**Dónde:**

**D**= Índice de Dominancia Simpson

**p<sub>i</sub>**= Abundancia proporcional de la especie *i*, por lo cual es necesario contar el número de individuos de la especie dividido con el número total de individuos.

### 5.8 Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H')

Este índice es uno de los más utilizados para determinar la diversidad de especies de flora en una hábitat por que utiliza para su análisis la riqueza y la equidad (Magurran, 2004); (Sonco, 2013).

$$H' = \sum_{i=1}^s (P_i) (\ln P_i) \quad E = \frac{H'}{\ln s}$$

Ecuación 7

**Dónde:**

**S** = número de especies (Taxas)

**P<sub>i</sub>** = proporción total de la muestra que corresponde a la especie *i*.

**Ln**= logaritmo natural

**E**= índice de equitatividad

**5.9 Análisis de escalamiento nMDS (Non-Metric Dimensional Scaling)**

Está se presenta como una técnica multivariante alternativa a las herramientas de correlación típicas, puede trabajar con datos ordinales y realizar una correlación entre ellos. El NMDS trata de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones para las proximidades existentes entre un conjunto de objetos o de estímulo (Díaz et al., 2007;Guerrero, F. & Hurtado, 2002).

Para el nMDS se utilizó los datos de riqueza y el programa Past 3 que es un programa que se especializa en realizar análisis de datos con respecto a la diversidad (Caranqui, Lozano, & Reyes, 2016;Casas, 2012;Crist & Veech, 2006).

**5.10 Análisis de varianza**

En estadística el análisis de varianza (Anava) prueba una hipótesis a partir de los resultado que nosotros obtenemos en el que podemos respondernos los supuestos que nos planteamos (Blanco, 2001;Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999). Después de conocer los niveles de significancia que alcanzamos podemos realizar comparación de medias para discernir en que variables presentan dicha diferencia, la prueba más utilizada es Tukey siempre y cuando nuestros datos sean adecuados para realizar una estadística paramétrica. El Anava y comparación de medias se lo realizó en el programa info stat.

**5.11 Mapas de Viento**

Realizamos una recopilación de datos de las estaciones meteorológicas San Juan, Urbina y la ESPOCH del CEDIA e INHAMI en el cual extraemos los datos de dirección y velocidad de viento desde el 2013 hasta la fecha de estudio.

Aplicamos un modelo de interpolación kriging en el Software ARC GIS 10.1 en el cual se correlacionan los datos de los 3 puntos y generan una superficie, prediciendo el comportamiento del viento en el área de estudio

$$Z(S_o) = \sum_{I=1}^N \lambda_i Z(S_i)$$

**Ecuación 8**

**Dónde:**

**Z(si)** = el valor medido en la ubicación i

**$\lambda_i$**  = una ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación i

**S<sub>o</sub>** = la ubicación de la predicción

**N** = la cantidad de valores medido

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA CIMA

**Tabla 6.** Composición Florística de la cima

<b>FAMILIA</b>	<b>Parcela</b>
<b>Apiacea</b>	<i>Eringium humile</i>
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.)
	<i>Bidens Andicola</i>
	<i>Achyrocline satureioides</i>
	<i>Hypochaseris sessiflora</i> Kunth
<b>Asteracea</b>	<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pay)
	<i>Ageratina pichinchinsis</i> (Kunth)
	<i>Werneria nubigena</i> (Kunth)
	<i>Lasiocoptalus lingulata</i> (Schltdl.) B. Nord
	<i>Chuquiraga jussieui</i> J.F.Gmel
<b>Caprifolacea</b>	<i>Valeriana mycrophyla</i>
	<i>Valeriana rigida</i>
<b>Ericaceae</b>	<i>Pernettya protrata</i> (Cav.) DC.
<b>Fabacea</b>	<i>Lupinus astragalus</i>
	<i>Lupinus pubesences</i>
	<i>Lupinus mycrophollus</i>



<b>Gentilacea</b>	<i>Gentiana Sedifolia</i> Kunth
<b>Geraniacea</b>	<i>Geranium ecuadorensis</i> Hieron
<b>Hypericaceae</b>	<i>Hypericum lancioides</i>
<b>Oronbanchaceae</b>	<i>Castilleja fissifolia</i>
<b>Plantaginacea</b>	<i>Plantago sericea</i> Ruíz y Pav
<b>Poacea</b>	<i>Calamagrostis intermedia</i>

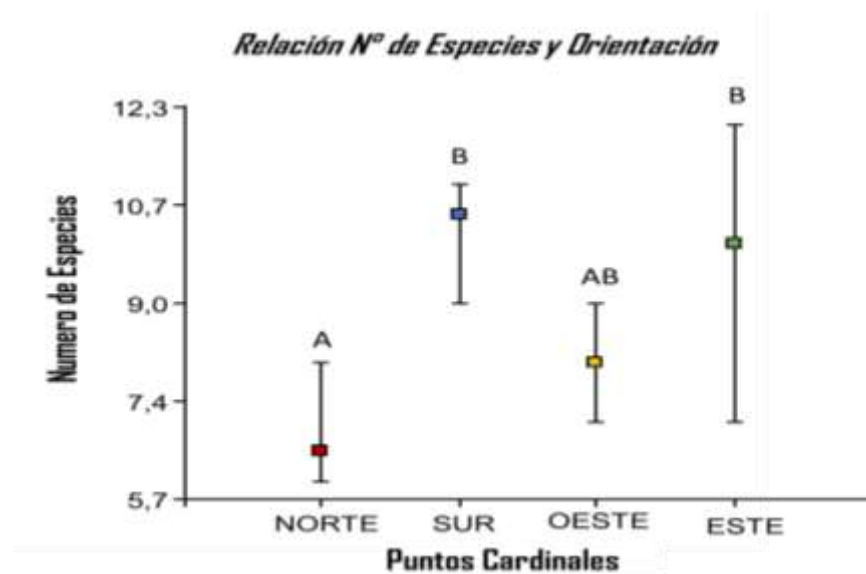
Realizado por: Paredes, 2019

De acuerdo al MAE (2012) las especies que se encontraron en este estudios pertenecen a la típica vegetación para el herbazal húmedo alto montano de páramo en el que se hallaran géneros como *Calamagrostis*, *Valeriana* y *Baccharis*. Podemos observar que la familia que presenta mayor número de especies es Asteracea que coincide con los estudios realizados en sectores con similares características (Caranqui et al., 2016); (Rodríguez, 2011).

**Tabla 7.** Anava N° de Especies por Sitio

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	41	3	13,67	6,31	0,0082
<b>Puntos Cardinales</b>	41	3	13,67	6,31	0,0082
<b>Error</b>	26	12	2,17		
<b>Total</b>	67	15			

Realizado por: Paredes, 2019



**Gráfico 1.** Número de especies e individuos en los puntos cardinales

Realizado por: Paredes, 2019

El número de individuos promedio en las parcelas de es similar a los que cita Caranqui en su estudio realizado en las cercanías del nevado Chimborazo, parroquia San Juan en el cual obtiene un promedio de 7 especies en el Arenal, 10 en Ganquis y 9 en la Ruta del Hielero especies (Caranqui et al., 2016).

## 1. Vegetación por puntos cardinales

### 1.1 *Vegetación en la parte Norte*

#### a. *Riqueza en la parte Norte*

Se registró 73 Individuos, pertenecientes a 4 Familias, 10 Géneros y 11 especies, donde la familia Asteracea es la más diversa con 6 especies, seguido de la familia Caprifolacea con 3 especies (Tabla 8).

Las especies más frecuentes son *Baccharis genistelloides*(Lam.) con 15,4% y *Calamagrostis intermedia* con 15,4% (Tabla 8).

b. Densidad relativa en la parte Norte

La especie con mayor Densidad es *Baccharis genistelloides* (Lam.) y *Calamagrostis intermedia* con 30,1 % (Tabla 8).

c. Valor de Importancia de las especies en la parte Norte

Los valores más altos se presentan en *Baccharis genistelloides* (Lam.) y *Calamagrostis intermedia* con 30,1 % (Tabla 8).

**Tabla 8.** Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Norte

FAMILIA	Sp.	Tota I	F	FR(%)	DR(%)	IVI
Asteracea	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.)	22	4	15,4	30,1	22,8
	<i>Bidens Andicola</i>	3	2	7,7	4,1	5,9
	<i>Achyrocline satureioides</i>	2	2	7,7	2,7	5,2
	<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pay)	2	2	7,7	2,7	5,2
	<i>Ageratina pichinchinsis</i> (Kunth)	1	1	3,8	1,4	2,6
	<i>Werneria nubigena</i> (Kunth)	2	2	7,7	2,7	5,2

<b>Caprifolacea</b>	<i>Valeriana</i>	8	3	11,5	11,0	11,2
	<i>mycrophyla</i>					
	<i>lupinus</i>	1	1	3,8	1,4	2,6
	<i>mycrophollus</i>					
	<i>Geranium</i>	7	3	11,5	9,6	10,6
	<i>ecuadorensis</i>					
<b>Oronbanchacea</b>	<i>Castilleja fissifolia</i>	3	2	7,7	4,1	5,9
<b>e</b>						
<b>Poacea</b>	<i>Calamagrostis</i>	22	4	15,4	30,1	22,8
	<i>intermedia</i>					
		73	26	100	100	100

Realizado por: Paredes, 2019

**F**=Frecuencia; **FR**=Frecuencia relativa; **DR**= Densidad relativa; **IVI**= Índice de valor de importancia

En este tipo de ecosistema esta predominado por *Camalogrostis intermedia* que es una especie típica de pajonal, no se puede realizar más comparaciones ya que no se han realizado estudios tomando en cuenta variables de puntos cardinales y cimas en ecosistemas similares sin embargo el levantamiento de la línea base que se realizó en el parque nacional podocarpus nos puede dar una idea, pero el tipo de ecosistema es muy diferente al que estamos evaluando (Eguiguren et al., 2010).

## 1.2 Vegetación en la parte Sur

a. *Riqueza en la parte Sur*

Se registró 143 Individuos, pertenecientes a 8 Familias, 14 Géneros y 17 especies, donde la familia Asteracea es la más diversa con 7 especies (Tabla 9).

Las especies más frecuentes son *Baccharis genistelloides*(Lam.), *Calamagrostis intermedia* y *Werneria nubigena* (Kunth) con 9,5% (Tabla 9).

b. *Densidad relativa en la parte Sur*

La especie con mayor Densidad es *Calamagrostis intermedia* con 23,8 % seguida de *Baccharis genistelloides*(Lam.) 12.6 % y *Valeriana rigida* 11.9%.(Tabla 9-3).

c. *Valor de Importancia de las especies en la parte Sur*

Los valores más altos se presentan en *Calamagrostis intermedia* con 16,7 % seguida de *Baccharis genistelloides*(Lam.) 11.1 % y *Valeriana rigida* 9.5 % (Tabla 9-3).

**Tabla 9.** Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Sur.

FAMILIA	Sp.	Total	F	FR(%)	DR(%)	IVI
<b>Apiacea</b>	<i>Eringium humile</i>	14	3	7,1	9,8	8,5
<b>Asteracea</b>	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.)	18	4	9,5	12,6	11,1
	<i>Bidens Andicola</i>	6	2	4,8	4,2	4,5
	<i>Achyrocline sareioides</i>	2	2	4,8	1,4	3,1

	<i>Hyppochaeris sessiflora</i> Kunth	5	2	4,8	3,5	4,1
	<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pay)	5	2	4,8	3,5	4,1
	<i>Werneria nubigena</i> (Kunth)	6	4	9,5	4,2	6,9
	<i>Lasiocoptalus lingulata</i> (Schltdl.)	2	1	2,4	1,4	1,9
<b>Caprifolacea</b>	<i>Valeriana mycrophyla</i>	12	3	7,1	8,4	7,8
	<i>Valeriana rigida</i>	17	3	7,1	11,9	9,5
<b>Ericaceae</b>	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	6	2	4,8	4,2	4,5
<b>Fabacea</b>	<i>Lupinus pubescentes</i>	1	1	2,4	0,7	1,5
	<i>lupinus mycrophollus</i>	3	2	4,8	2,1	3,4
<b>Gentilacea</b>	<i>Gentiana Sedifolia</i> Kunth	4	2	4,8	2,8	3,8
	<i>Geranium ecuadorese</i>	2	2	4,8	1,4	3,1
<b>Oronbanchaceae</b>	<i>Castilleja fissifolia</i>	6	3	7,1	4,2	5,7
<b>Poacea</b>	<i>Calamagrostis intermedia</i>	34	4	9,5	23,8	16,7
		143	42	100	100	100

Realizado por: Paredes, 2019

**F**=Frecuencia; **FR**=Frecuencia relativa; **DR**= Densidad relativa; **IVI**= Índice de valor de importancia

El número de individuos y especies que se registran es superior a la parcela Norte y es el mayor de todas las parcelas, sin embargo, existe dominancia de la especie *Calamagrostis intermedia* sobre las demás, aunque su valor de importancia es menor al de la parcela Norte.

### **1.3 Vegetación en la parte Oeste**

#### *a. Riqueza en la parte Oeste*

Se registro 72 Individuos, pertenecientes a 6 Familias, 12 Géneros y 14 especies, donde la familia Asteracea es la mas diversa con 7 especies (Tabla 10-3).

Las especies más frecuentes son *Baccharis genistelloides*(Lam.), *Calamagrostis intermedia* con , *Werneria nubigena* (Kunth) y *Geranium Ecuadorensis* con 12,5% (Tabla 10).

#### *b. Densidad relativa en la parte Oeste*

La especie con mayor Densidad es *Calamagrostis intermedia* con 33,3 % seguido de *Baccharis genistelloides*(Lam.) 15.3% y *Hypericum lancioides* 11.8% (Tabla 10).

#### *c. Valor de Importancia de las especies en la parte Oeste*

Los valores más altos se presentan en *Calamagrostis intermedia* con 22,9 % seguido de *Baccharis genistelloides*(Lam.) 13.9% y *Hypericum lancioides* 11.1% (Tabla 10-3).

**Tabla 10.** Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Oeste.

<b>FAMILIA</b>	<b>Sp.</b>	<b>Total</b>	<b>F</b>	<b>FR(%)</b>	<b>DR(%)</b>	<b>IVI</b>
<b>Apiacea</b>	<i>Eringium humile</i>	3	2	6,3	4,2	5,2
<b>Asteracea</b>	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.)	11	4	12,5	15,3	13,9
	<i>Bidens Andicola</i>	1	1	3,1	1,4	2,3
	<i>Achyrocline satureioides</i>	5	3	9,4	6,9	8,2
	<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pay)	1	1	3,1	1,4	2,3
	<i>Werneria nubigena</i> (Kunth)	1	1	3,1	1,4	2,3
	<i>Lasiocoptalus lingulata</i> (Schltdl.)	2	1	3,1	2,8	3,0
	<i>Chuquiraga jussieui</i> J.F.Gmel	1	1	3,1	1,4	2,3
<b>Caprifolacea</b>	<i>Valeriana mycrophyla</i>	4	3	9,4	5,6	7,5
	<i>Valeriana rigida</i>	2	1	3,1	2,8	3,0
	<i>Geranium ecuadoreense</i>	6	4	12,5	8,3	10,4
<b>Hypericaceae</b>	<i>Hypericum lancioides</i>	8	4	12,5	11,1	11,8
<b>Oronbanchaceae</b>	<i>Castilleja fissifolia</i>	3	2	6,3	4,2	5,2



<b>Poacea</b>	<i>Calamagrostis intermedia</i>	24	4	12,5	33,3	22,9
		72	32	100	100	100

Realizado por: Paredes, 2019

**F**=Frecuencia; **FR**=Frecuencia relativa; **DR**= Densidad relativa; **IVI**= Índice de valor de importancia

Esta parcela sigue la tendencia de *Calamagrostis intermedia* sin embargo el género *Hypericum* y *Baccharis* tienen la misma frecuencia, en cuanto a la densidad el género *Calamagrostis intermedia* presenta un mayor número de individuos por lo cual un su índice de valor de importancia es superior.

#### **1.4 Vegetación en la parte Este**

##### *a. Riqueza en la parte Este*

Se registró 131 Individuos, pertenecientes a 9 Familias, 15 Géneros y 16 especies, donde la familia Asteracea es la más diversa con 6 seguida de la Familia Caprifolacea con 3 especies (Tabla 11).

Las especies más frecuentes son *Baccharis genistelloides*(Lam.), *Calamagrostis intermedia* y *Valeria Rígida* con 10% (Tabla 11).

##### *b. Densidad relativa en la parte Este*

La especie con mayor Densidad es *Calamagrostis intermedia* con 26,7 %. (Tabla 11).

##### *c. Valor de Importancia de las especies en la parte Este*

Los valores más altos se presentan en *Calamagrostis intermedia* con 18,4 .% (Tabla 11).

**Tabla 11.** Composición florística e índice de valor de importancia (IVI) del punto Este.

<b>FAMILIA</b>	<b>Sp.</b>	<b>Tot al</b>	<b>F</b>	<b>FR(%)</b>	<b>DR( %)</b>	<b>IVI</b>
<b>Apiacea</b>	<i>Eringium humile</i>	9	3	7,5	6,9	7,2
<b>Asteracea</b>	<i>Baccharis genistelloides(Lam.)</i>	17	4	10,0	13,0	11,5
	<i>Bidens Andicola</i>	3	2	5,0	2,3	3,6
	<i>Achyrocline satureioides</i>	1	1	2,5	0,8	1,6
	<i>Hyppochaeris sessiflora Kunth</i>	6	2	5,0	4,6	4,8
	<i>Ageratina pichinchinsis (Kunth)</i>	3	2	5,0	2,3	3,6
	<i>Werneria nubigena (Kunth)</i>	5	3	7,5	3,8	5,7
	<b>Caprifolacea</b>	<i>Valeriana mycrophyla</i>	13	2	5,0	9,9
<i>Valeriana rigida</i>		12	4	10,0	9,2	9,6
<b>Ericaceae</b>	<i>Pernettya protrata (Cav.) DC.</i>	9	3	7,5	6,9	7,2
<b>Fabacea</b>	<i>lupinus mycrophollus</i>	1	1	2,5	0,8	1,6

Realizado por: Paredes, 2019

<b>Gentilacea</b>	<i>Gentiana Sedifolia Kunth</i>	7	3	7,5	5,3	6,4
	<i>Geranium ecuadorensis</i>	1	1	2,5	0,8	1,6
<b>Oronbanchaceae</b>	<i>Castilleja fissifolia</i>	7	3	7,5	5,3	6,4
<b>Plantaginacea</b>	<i>Plantago sericea Ruíz y Pav</i>	2	2	5,0	1,5	3,3
<b>Poacea</b>	<i>Calamagrostis intermedia</i>	35	4	10,0	26,7	18,4
		131	40	100	100	100

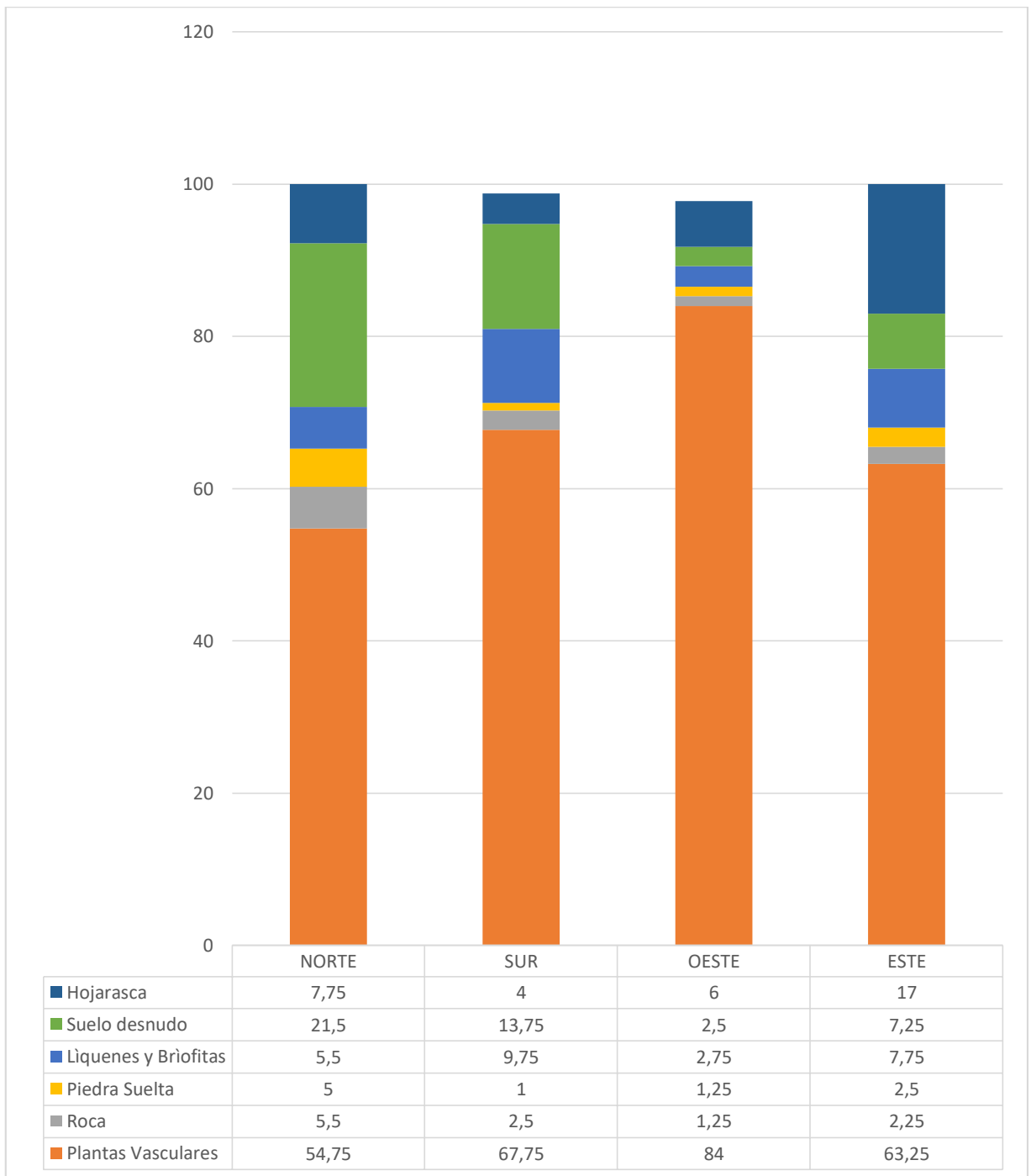
**F**=Frecuencia; **FR**=Frecuencia relativa; **DR**= Densidad relativa; **IVI**= Índice de valor de importancia

La tendencia es continua del género *Calamagrostis* dominando el escenario, este tipo de ecosistema también es llamado páramo seco debido a la influencia de ciertas especies dominantes y las condiciones geológicas y climáticas que se encuentran (MAE, 2012: pp. 1-143).

## 2. Cobertura

### 2.1. Estimación visual de la cobertura

**Tabla 12. Cobertura de las parcelas**



Realizado por: Paredes, 2019

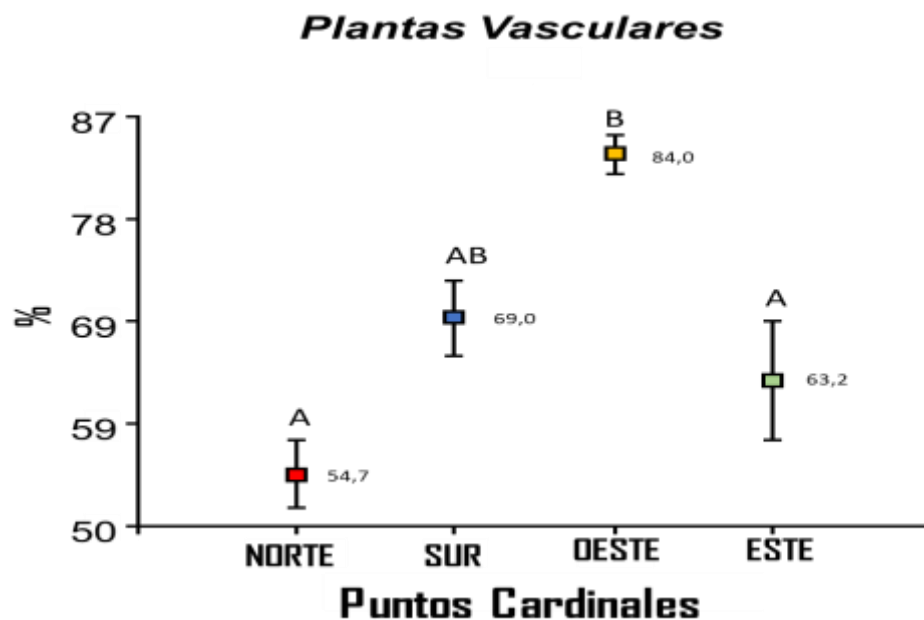
## 2.2 Cobertura de plantas Vasculares

**Tabla 13** Anava Cobertura de plantas vasculares

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo.</b>	1819,5	3	606,5	11,21	0,0009
<b>Puntos_cardinales</b>	1819,5	3	606,5	11,21	0,0009
<b>Error</b>	649,5	12	54,13		
<b>Total</b>	2469	15			

Realizado por: Paredes, 2019

P valor nos indica que existe una diferencia altamente significativa, por lo cual se procede a hacer una comparación de medias con la prueba de Tukey al 5 %.



**Gráfico 2.** Diferencias de coberturas entre las parcelas

Realizado por: Paredes, 2019

Podemos observar que la cobertura de plantas vasculares es mayor en el oeste, y es menor en el Norte, esto lo podemos relacionar con la pendiente en la que se encontraba la parte del Norte que presentaba una pendiente mayor.

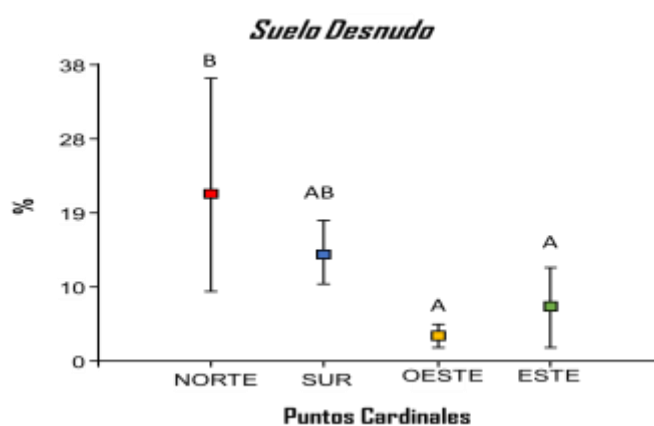
### 2.3 Cobertura de Suelo Desnudo

**Tabla 14.** Anava de cobertura de suelo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Puntos_cardinales</b>	748,5	3	249,5	6,43	0,0076
<b>Error</b>	465,5	12	38,79		
<b>Total</b>	1214	15			

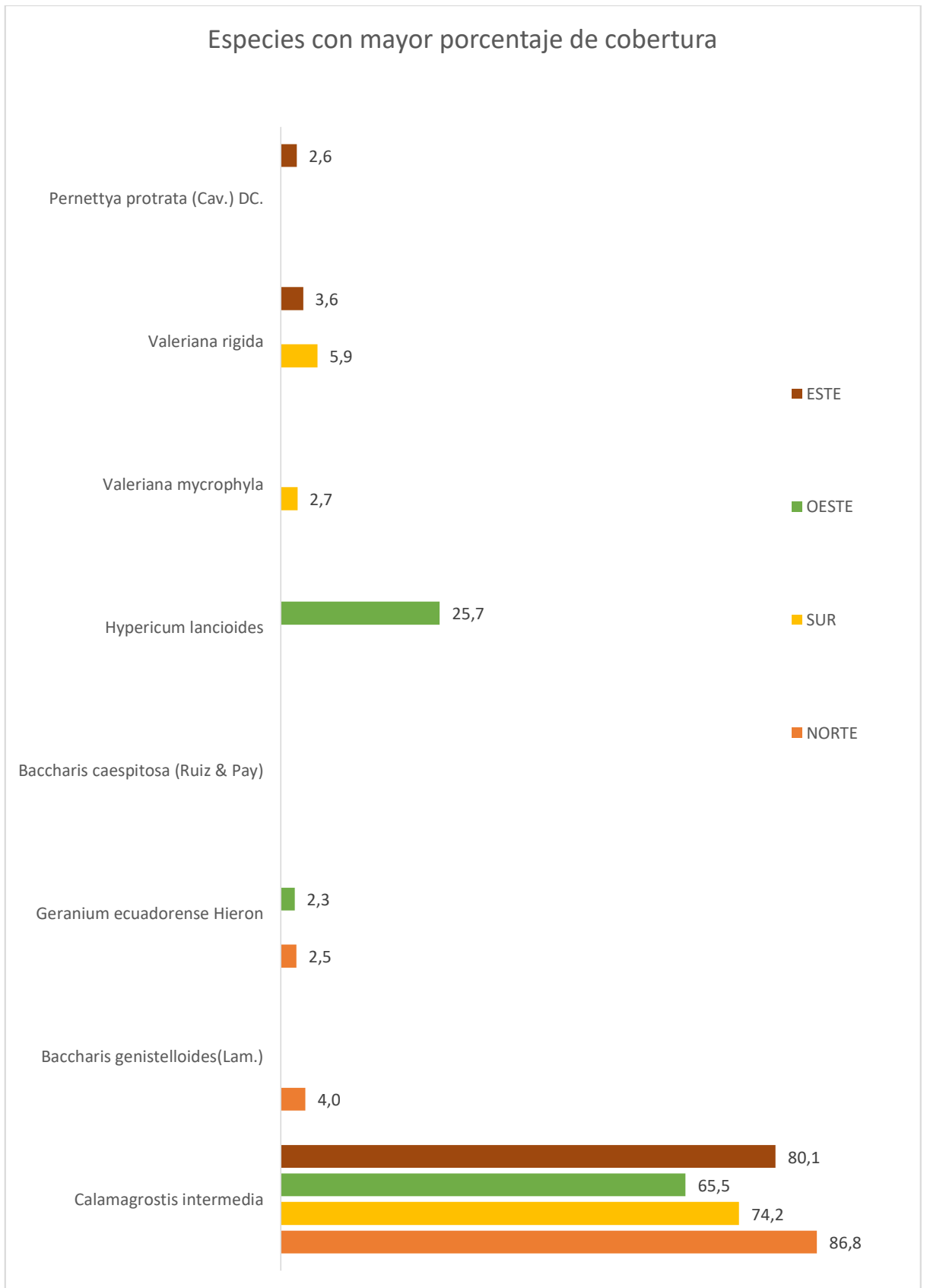
Realizado por: Paredes, 2019

P valor nos indica que existe una diferencia altamente significativa, por lo cual se procede a hacer una comparación de medias con la prueba de Tukey al 5%. El cual indica que el porcentaje de Suelo desnudo es inversamente proporcional a la cobertura de plantas.



**Gráfico 3.** Suelo desnudo según la dirección.

Realizado por: Paredes, 2019



**Gráfico 4.** Tres especies con cobertura más representativa de los puntos cardinales.

Realizado por: **Paredes, 2019**

### 3. Índices de Biodiversidad Alfa

#### 3.1 *Índice de biodiversidad de Simpsons*

**Tabla 15.** Índices de biodiversidad Simpsons de los puntos cardinales

<b>Índices</b>	<b>Punto Cardinal</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Simpson</b>	NORTE	0,79	Este índice nos demuestra que la zona norte presenta una biodiversidad media alta.
<b>Simpson</b>	SUR	0,89	Diversidad alta
<b>Simpson</b>	OESTE	0,83	Diversidad alta
<b>Simpson</b>	ESTE	0,87	Diversidad alta

Realizado por: Paredes, 2019

La diversidad simpson se presenta alta y media igual a los resultados presentado Equiguren et al., (2010) y Rodríguez(2011) que utilizaron el mismo método de muestreo de 1 parcela que contiene subparcelas en las esquinas.

#### 3.2 *Índice de biodiversidad de Shannon*

**Tabla 16.** Comparación del índice de simpson en los puntos cardinales

<b>Índices</b>	<b>Punto Cardinal</b>	<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Shannon</b>	NORTE	0,78	Diversidad media
<b>Shannon</b>	SUR	0,87	Diversidad Alta
<b>Shannon</b>	OESTE	0,82	Diversidad Alta



---

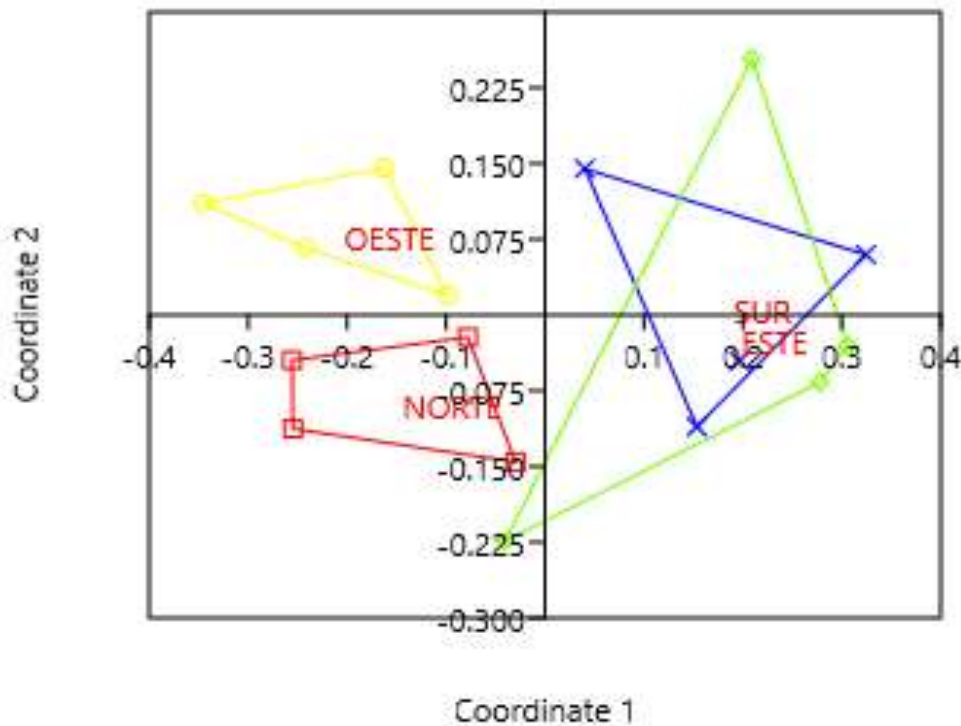
**Shannon ESTE** 0,85 Diversidad Alta

---

Realizado por: Paredes, 2019

El índice de Shannon nos resultados de diversidad alta esto se debe al tipo de diseño experimental que se utilizó en el que se realiza muestreos en un mismo punto, esto ayuda a evitar la discriminación de especies que se encuentren solas.

#### 4. Proximidad de los Puntos Cardinales respecto a las Especies

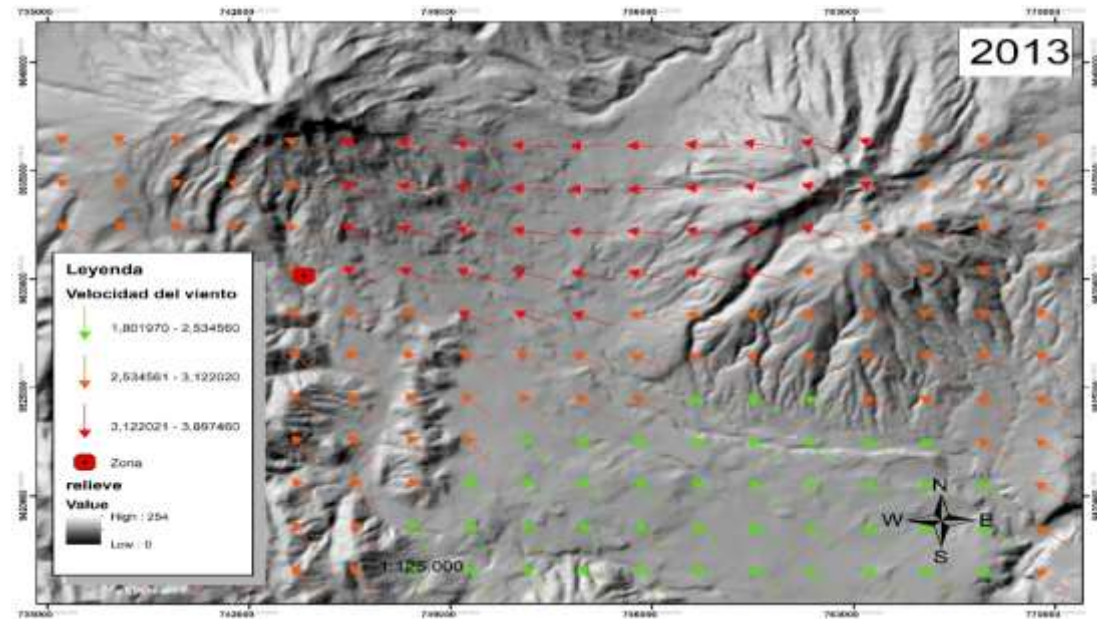


**Gráfico 5.** nMDS de los puntos cardinales

Realizado por: Paredes, 2019

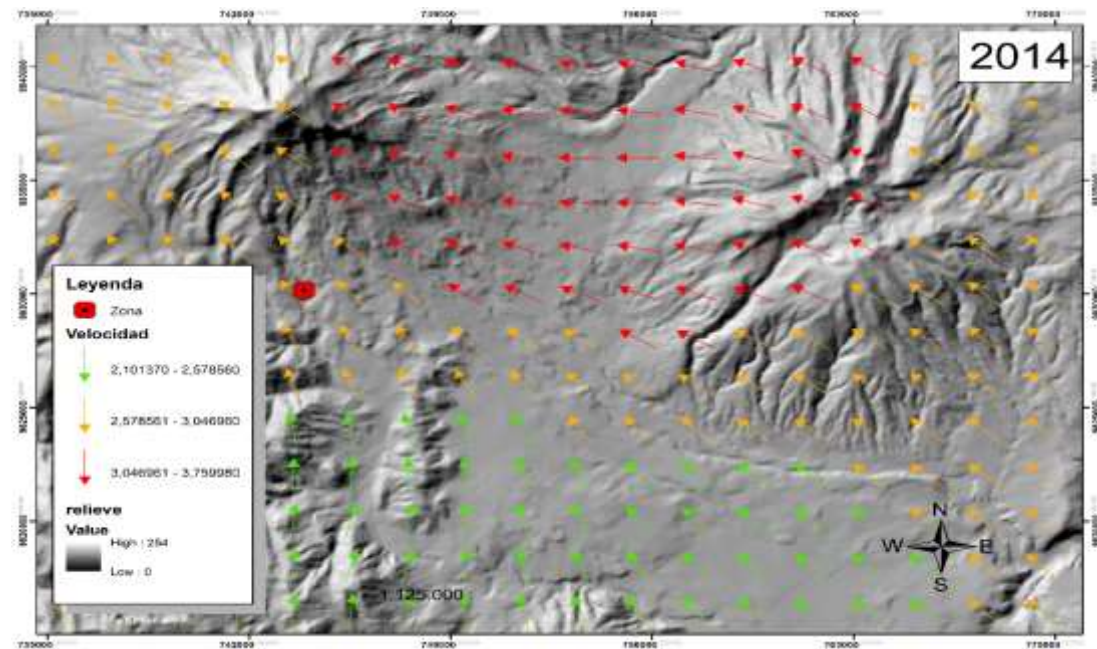
El nMDS se presenta como una alternativa a los análisis factoriales de cluster y correspondencias, ya que nos da un resultado muy gráfico de las interacciones y cerca que muestran los conjuntos (Riqueza) entre sí como lo demuestra Casas (2012) en su estudio

## 5. Viento



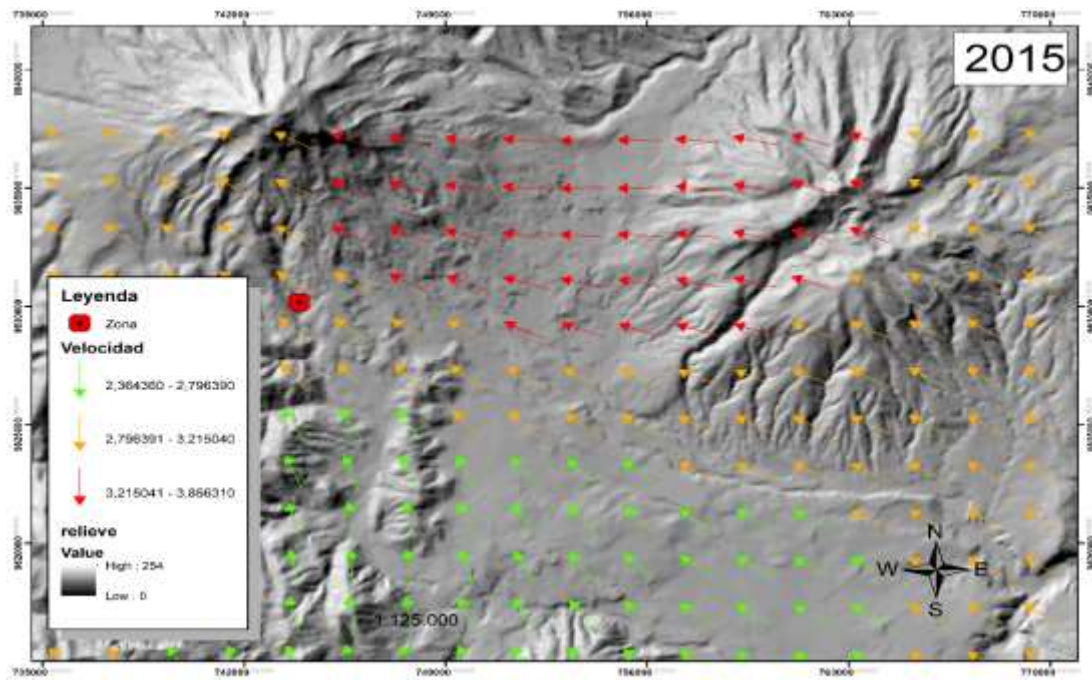
**Figura 4.** Mapa de viento años 2013

Realizado por: Paredes, 2019



**Figura 5.** Mapa de viento año 2014

Realizado por: Paredes, 2019



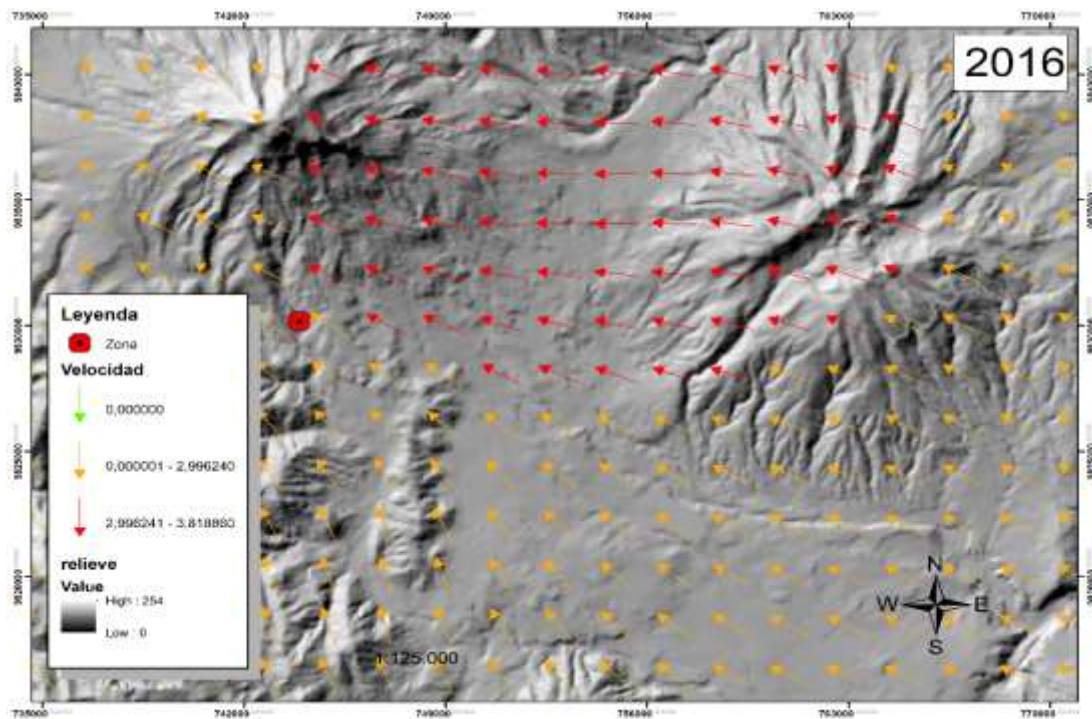
**Figura 6.** Mapa de viento 2015

Realizado por: Paredes, 2019

por:

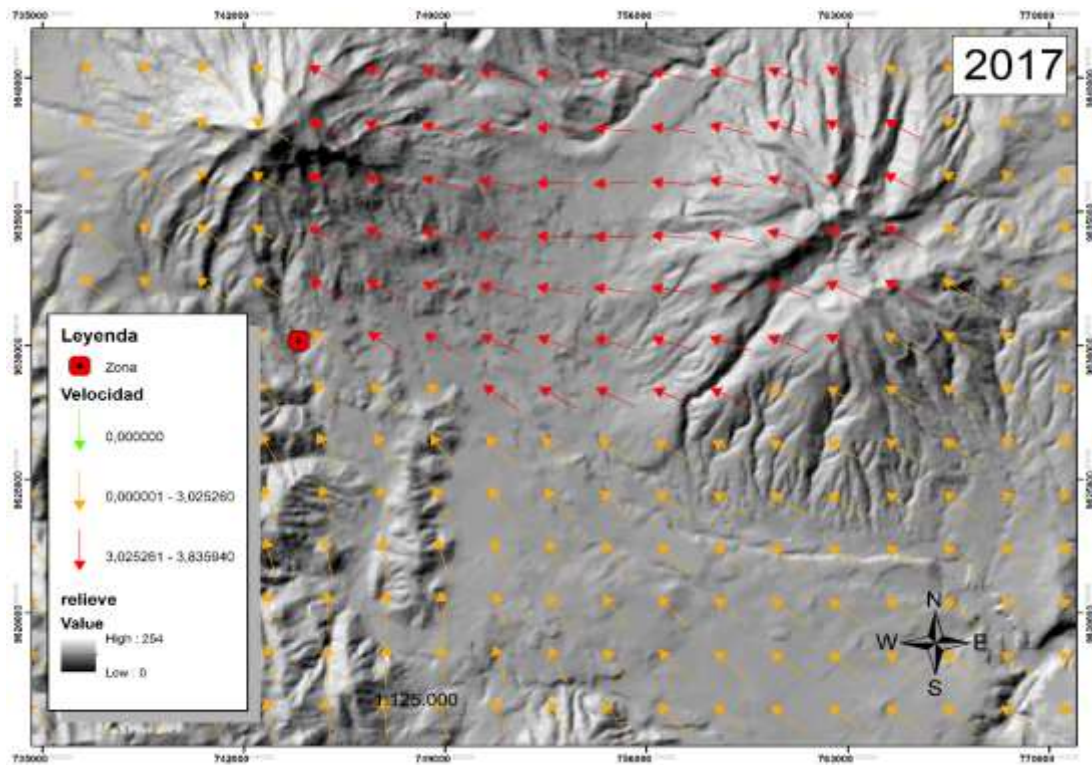
Paredes,

2019



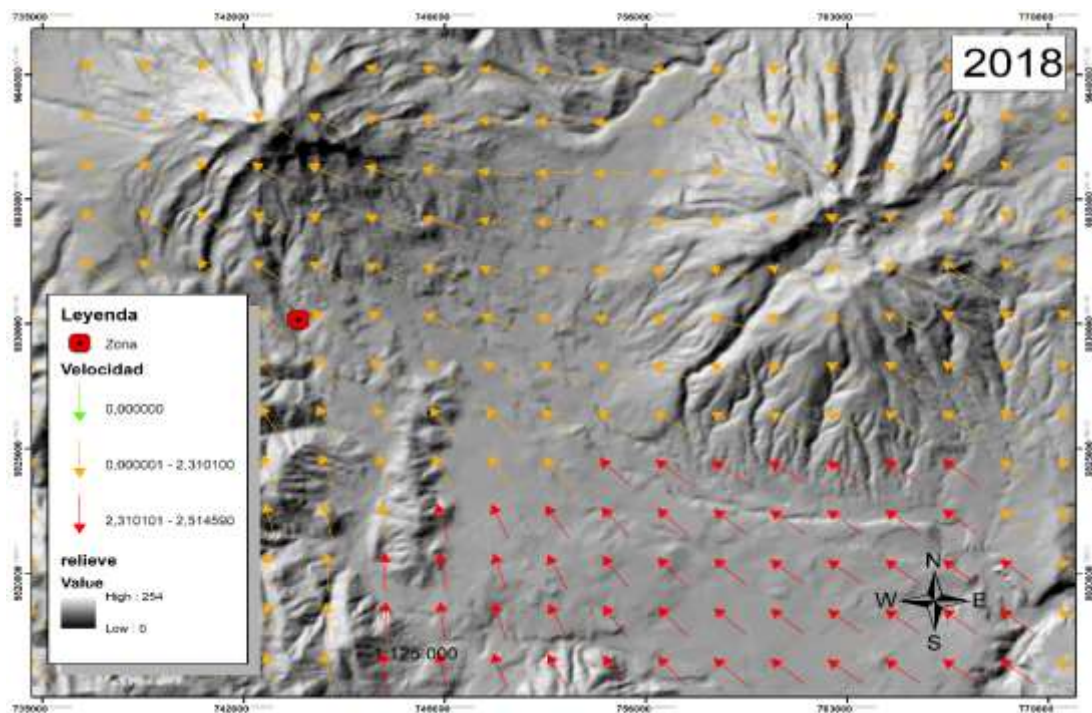
**Figura 7.** Mapa de vientos 2016

Realizado por: Paredes, 2019



**Figura 8** Mapa de vientos 2017

Realizado por: Paredes, 2019



**Figura 9** Mapa de viento 2018

Realizado por: Paredes, 2019

El viento va a en dirección sureste- noreste lo que coincide con lo que dice (Campos· & Castro, 1992); (Viale, 2010), los cuales indican que el viento tiene tendencia a dirigirse a a la oriental de las cimas considerando la zona de barlovento, este fenomeo es el que afecta directamente a la flora y su desarrollo fenológico provocando diferencia entre las direcciones cardinales.

## B. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES

**Tabla 17.** Ficha comendatada de *Erigium humile*

<b>Orden:</b> Apiales <b>Familia:</b> Apiacea	
<b>Nombre Científico:</b> <i>Eringium humile</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> Plantas herbáceas, perennes, acauleadas; hojas dispuestas en una roseta, lobadas y con nervadura reticular; inflorescencia hemisférica, mide 1,5 cm de diámetro, conformada por brácteas de color blanco; Frutos globosos y cubierto con escamas de color negro a morado ,miden 2mm (Delgado, 2018).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 18** Ficha comendatada de *Baccharis genistelloides*(Lam.)

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.)	
<b>Descripción e identificación:</b> altura de 0,5 m de alto; tallos aplanados, triangulares y segmentos alados. No presenta hojas; Las inflorescencias son capítulos solitarios o en grupos ubicados a lo largo de los tallos; Flores numerosas, tubulares, de hasta 5 mm de largo, blancas. Los frutos tienen una corona de pubescencias blancos, que miden 6 mm de largo (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 19** Ficha comentada de *Bindens Andicola*

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Bidens Andicola</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> Planta perenne de 60 cm aproximadamente, con tallos erectos; hojas muy recortadas y crecen en la parte inferior del tallo; flores se agrupan en capítulos amarillos, que crecen solitarios en el ápice de los tallos; Frutos secos pequeños (aquenios) (Sánchez, M., De Gracia, J. & Quiroga, 2015).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 20** Ficha comentada de *Achyrocline satureioides* (Lam)

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam)	
<b>Descripción e identificación:</b> Planta perenne entre 30 y 80 cm de altura; tallos más o menos erectos y con pubescencia blanca; hojas alternas, sésiles o angostas; flores con capítulos numerosos, dos tipos de flores, ovoideo - cilíndricos, de unos 5 mm de altura por 1 mm de diámetro, agrupados en densos corimbos o cimas; frutos aquenios pequeños, poco comprimidos, glabros, pardos (Davies, 1984).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 21** Ficha comentada de *Hyppochaseris sessiflora* Kunth

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Hyppochaseris sessiflora</i> Kunth	
<b>Descripción e identificación:</b> planta tipo roseta de 5 cm de alto; hojas dispuestas en rosetas basales, de 2,5 cm de largo, alargadas y estrechas; inflorescencia formada por cabezuelas solitarias de 3 cm de diámetro; flores numerosas, todas irregulares, tienen una lengüeta llamativa de color amarillo con 5 pequeños dientes en la punta; frutos miden 15 mm de largo, de color blanco o rojizo (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	

Realizado por: Paredes, 2019


**Tabla 22** Ficha comentada de *Baccharis caespitosa* (Ruiz & Pay)

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pay)	
<b>Descripción e identificación:</b> esta especie forma alfombras de hasta 0,5 cm de largo son de tonos rosados; hojas son espatuladas, amontonados, carnosas y de color verde oscuro brillante con puntas cafés; inflorescencia capítulos solitarios numerosos y ubicados en las puntas de los tallos de color blanco; Fruto tienen una corona de pubescencias de 8 cm de color blanco (Delgado, 2018).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	

Realizado por: Paredes, 2019





**Tabla 23** Ficha comentada de *Ageratina pichinchinsis* (Kunth)

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Ageratina pichinchinsis</i> (Kunth)	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 24** Ficha comentada de *Werberia nubigena* (Kunth)

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Werneria nubigena</i> (Kunth) (Ruiz & Pay)	
<b>Descripción e identificación:</b> roseta de 10 cm de largo, alargadas y estrechas; inflorescencias solitarias a ras del suelo, de unos 7 cm de diámetro; flores irregulares y presentan una lengüeta de hasta 25 mm de largo, de color blanco, las internas (más de 100) son cortas, tubulares y de color amarillo; Los frutos tienen una corona de pubescencias blancas (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 25** Ficha comentada de *Aetheolaena lingulata*

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Aetheolaena lingulata</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> especie tipo arbusto de 5 cm hasta los 80 cm de alto; hojas dentadas de color verde oscuro (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 26** Ficha comentada de *Chuquiragua jussieui*

<b>Orden:</b> Asterales	<b>Familia:</b> Asteracea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Chuquiragua jussieui</i> J.F.Gmel	
<b>Descripción e identificación:</b> especie tipo arbusto bajo de 150 cm de altura, corteza dura, con cicatrices foliares conspicuas; hojas de 12 mm de largo, duras, subsésiles, alternas, espiraladas, imbricadas, ovadas a lanceoladas, ápice agudo y espinoso; inflorescencia en cabezuelas de 6 cm de largo; Fruto aquenio turbinado, villosa o hirsuto (Brako, L. & Zarucchi, 1993).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	

Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 27** Ficha comentada de *Valeriana mycrophyla*

<b>Orden:</b> Dipsacales	<b>Familia:</b> Caprifolacea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Valeriana mycrophyla</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> especie de arbusto bajo , erguidos o algo recostados, de 60 cm de alto; Las hojas son opuestas, ovadas o elípticas, gruesas, de 1 cm de largo; inflorescencias en las puntas de las ramas, son erguidas y miden 5 cm de largo, con muchas flores (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 28** Ficha comentada de *Valeria rigida*

<b>Orden:</b> Dipsacales	<b>Familia:</b> Caprifolacea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Valeriana rigida</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> especie de roseta, de 10 cm de diámetro; crecen a nivel del suelo, a veces forman almohadillas; Hojas dispuestas en una roseta en la base, son lanceoladas, miden 10 cm de largo, son estrechas, gruesas y punzantes; Flores pequeñas, miden alrededor de 5 mm de largo, son tubulares con 5 lóbulos cortos, de color blanco (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	


Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 29** Ficha comentada de *Lupinus pubescens*.

<b>Orden:</b> Fabacea	<b>Familia:</b> Fabacea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Lupinus pubescens</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> arbusto, perenne, de 80 cm de alto, pubescente; hojas compuestas en grupos de 9 foliolos, oblongos-lanceolados.; Inflorescencia racimosa, axilar; Flores de color violeta intenso con blanco, bracteola corta, labio superior emarginado, inferior entero, corola glabra; fruto es una legumbre. Semillas usualmente aplanadas (Jardín botánico de Quito, 2019).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	


Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 30-3** Ficha comentada de *Lupinus microphyllus*

<b>Orden:</b> Fabacea	<b>Familia:</b> Fabacea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Lupinus microphyllus</i>	
<b>Descripción e identificación</b> Arbustos tendidos, cubiertos de pubescencias largas de color plateado; Hojas alternas, están compuestas de 8 hojuelas dispuestas en forma palmeada, son lineares, miden 0,8 cm de largo; Inflorescencia forma de racimos con 8 flores; Las flores son irregulares, miden 10 mm de largo; los pétalos tienen varias formas irregulares, son de color morado intenso con blanco. El fruto es una legumbre comprimida, mide 15 mm de largo, que se abre por suturas (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	
	


Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 31** Ficha comentada de *Gentiana sedifolia* Kunth

<b>Orden:</b> Gentianales	<b>Familia:</b> Gentilacea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Gentiana Sedifolia</i> Kunth	
<b>Descripción e identificación</b> Hierbas bajas, de 5 cm de alto, formando alfombras pequeñas; Las hojas están dispuestas en una roseta en la base, de 1,5 cm de largo; los pecíolos son largos y rojizos, con pubescencias blancas; flores solitarias y se encuentran en el centro de la roseta, miden 2 cm de diámetro, tienen 5 pétalos de color lila muy pálido con los nervios morados (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	



Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 32** Ficha comentada de *Geranium ecuadoreense* Hieron

<b>Orden:</b> Geraniales	<b>Familia:</b> Gentilacea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Geranium ecuadoreense</i> Hieron	
<b>Descripción e identificación</b> Hierbas pequeñas, de 4 cm de alto; hojas opuestas, miden 0,7 cm de largo, lanceoladas y estrechas; flores solitarias, erguidas, miden alrededor de 10 mm de diámetro, con forma de embudo, de color azul pálido o violeta. (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	

Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 33** Ficha comentada de *Hypericum lancioides*

<b>Orden:</b> Malpighiales	<b>Familia:</b> Hypericaceae
<b>Nombre Científico:</b> <i>Hypericum lancioides</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> Especie tipo arbusto que presenta tallos erectos; hojas opuestas, simples; sésiles o raramente con pecíolos de 2 mm de largo, imbricados, a veces tetrásticos; Inflorescencias en cimas terminales, laterales; 2–3 flores, cáliz con 5 sépalos libres; Fruto cápsula más corta que los sépalos, ovoide (Romoleroux, K., Cárate-Tandalla, D., Erler, R., Navarrete, 2019).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	


Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 34** Ficha comentada de *Castilleja fissifolia*

<b>Orden:</b> Lamiales	<b>Familia:</b> Orobanchacea
<b>Nombre Científico:</b> <i>Castilleja fissifolia</i>	
<b>Descripción e identificación:</b> miden 30 cm de alto; Hojas son alternas, miden 2 cm de largo; Inflorescencia se presenta en forma de racimos de 10 cm de largo, tiene hojas con apariencia de pétalos (brácteas) de color rojo brillante; Las flores son tubulares, miden 20 mm de largo, de color verde claro, con pubescencias (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	

Realizado por: Paredes, 2019

**Tabla 35** Ficha comentada de *Calamagrostis intermedia*

<b>Orden:</b> Poales	<b>Familia:</b> Poaceae
<b>Nombre Científico:</b> <i>Calamagrostis intermedia</i>	
Hierbas en macollas densas, miden 80 cm de diámetro. Las hojas son lineares y miden 80 cm de largo; Las inflorescencias miden 90 cm de largo, son racimos compuestos con numerosas espiguillas amarillentas; Las flores son reducidas, miden 10 mm de largo (Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, 2009).	
<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
	

Realizado por: Paredes, 2019

## VI. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos mostraron que la cima cuartel de los Incas presenta una composición Florística similar a la de Herbazal Húmedo montano alto superior de Páramo, siendo las familias Asteraceae, Caprifolacea, Gentilaceae y la especie con el mayor porcentaje de IVI en la cima fue *Calamagrostis intermedia*, por presentar el mayor número de individuos y cobertura.
- La composición Florística no presento diferencias significativas entre ellas sin embargo se puede conocer que la agrupación de especies del Sur y Este presentan mayor similaridad entre ellas esto puede ser debido a la dirección del viento que tiene tendencia a impactar el lado Sureste (barlovento) de la cima.
- La cobertura vegetal presenta una correlación directa con la riqueza de las parcelas, sin embargo, la parcela del Oeste que tiene la mayor cobertura presenta un número menor de especies que la parcela Sur y Este, esto se debe a la presencia de Especies que cubren una mayor superficie como *Hypericum lancioides*.
- El Índice de diversidad de Simpson en los cuatro puntos cardinales son muy cercanos a 1, lo que significa que en los cuatro puntos cardinales existe una diversidad florística alta, al comprobar con Shannon los resultados se confirman. Esto es debido al método GLORIA que toma en cuenta subparcelas en las cuales se disminuye la discriminación de especies.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar monitoreo aplicando una metodología estándar para poder comparar los resultados que se obtiene sobre biodiversidad, siempre y cuando se cuente con un diseño experimental.
- Realizar estudios que tomen en cuenta las cimas de los páramos ya que estas presentan mayor variabilidad que las zonas planas, también se podría tomar en cuenta la altitud y épocas del año.
- Utilizar estas cimas como puntos de referencia para futuros muestreos que tengan a consideración la importancia de las cimas.

## VIII. RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la diversidad florística del ecosistema páramo en la cima cuartel de los incas, ubicada en el nevado Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; se utilizó la metodología del proyecto GLORIA con modificaciones, en la cima se instalaron cuadrantes de 3x3 metros en los cuatro puntos cardinales a 5 metros de desnivel de la cumbre, en los cuales se evaluó 4 subparcelas de 1 metro cuadrado, utilizando una malla dividida en 100 cuadros de 1centimetro cuadrado; para determinar la dirección y velocidad anual del viento se utilizó datos meteorológicos de los últimos seis años que se interpolaron por el método Kriging. En la cima se registraron un total de 21 especies, 17 géneros y 11 familias. Las familias Asteraceae, Caprifolacea, Gentilaceae presentaron mayor número de individuos y la especie con el mayor porcentaje de índice de valor de importancia (IVI) fue *Calamagrostis intermedia*. El lado Norte y Sur presento diferencia estadística significativa para riqueza debido a la presencia de *Hipericum lancioides*, que es la especie dominante y frondosa del lado norte. Los lados Sur y Este presentaron una vegetación de menor altura con porcentajes de cobertura vegetal similar esto se debe al comportamiento del viento el cual impacta en la cara sureste (barlovento) de la cima, brindando condiciones similares para el desarrollo de la vegetación, los resultados de la investigación fueron similares a otros estudios, pero los datos no son comparables debido al uso de diversas metodologías por lo cual es necesario establecer metodologías estándar.

**Palabras clave:** ECOSISTEMA PÁRAMO - RIQUEZA FLORÍSTICA - COBERTURA VEGETAL - DIVERSIDAD FLORÍSTICA - PAJA (*Calamagrostis intermedia*).

**Por:** Fernando Paredes



## IX. ABSTRACT

The research aimed to determine the floristic diversity of the moorland ecosystem in the summit Cuartel of the Incas, located in the Chimborazo mount, Riobamba canton, Chimborazo province; GLORIA project methodology was used with modifications, at the highest 3x3 meters quadrants were installed in the four cardinal points at five meters of height of the summit, in which four subplots of one square meter were evaluated, using a mesh divided into 100 squares of one square centimeter; to determine the annual wind direction and speed, meteorological data from the last six years that were interpolated by the Kriging method was used. A total of 21 species, 17 genera and 11 families were recorded at the top. The families Asteraceae, Caprifolacea, Gentilaceae had a greater number of individuals and the species with the highest percentage of importance value index (IVI) were *Calamagrostis intermedia*, The North and South side presented significant statistical difference for wealth due to the presence of *Hipericum lancioides* , which is the dominant and leafy species on the north side. The south and east sides presented a vegetation of lower height with percentages of similar vegetation cover this is due to the behavior of the wind which impacts on the southeast face (windward) of the top, providing similar conditions for vegetation growing, the results of the research were similar to other studies, but the data is not comparable due to the use of various methodologies, so it is necessary to establish standard methodologies.

Keywords: PÁRAMO ECOSYSTEM - FLORISTYC WEALTH - VEGETABLE COVERAGE - FLORISTIC DIVERSITY - STRAW (*Calamagrostis intermedia*).



## X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguinda, C. (2017). Inventario de la flora y determinación del índice de contaminación de la microcuenca del Río Chimborazo en la comunidad Calera Grande Y Shobolpamba, parroquia San Juan, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6581/1/33T0161.pdf>
- Blanco, F. A. (2001). Métodos apropiados de análisis estadístico subsiguientes al análisis de varianza (ANDEVA). *Agronomía Costarricense*, 25(1), 53–59.
- Brako, L., & Zarucchi, J. (1993). Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. *Botanic Missouri Garden*, 5, 1–1286.
- Campos, M., & Castro, V. (1992). El clima a sotavento de las montañas de Costa Rica, 3 (22).
- Caranqui, J., Lozano, P., & Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33–45.
- Casas, F. (2012). El análisis de escalamiento multidimensional : una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. *La sociología en sus escenarios*, (25). 7-11
- Consortio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado . (2020). Base de Datos website. Recuperado 20 de Julio de 2019, de:  
<http://190.15.135.179:8080/cedia/index.jsp>
- Cleef, A. (2013). Origen, evolución, estructura y diversidad biológica de la alta montaña colombiana, Bogotá.3-21. Recuperado 20 de Julio de 2019, de:  
[https://pure.uva.nl/ws/files/2439506/162553\\_432941.pdf](https://pure.uva.nl/ws/files/2439506/162553_432941.pdf)
- Crist, T., & Veech, J. (2006). Additive partitioning of rarefaction curves and species-area relationships: unifying a-, b-and c-diversity with sample size and habitat area. *Idea and Perspective*, 9, 923–932. Recuperado 20 de Julio de 2019 de:  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00941.x>

- Cuesta, F., Muriel, P., Beck, S., Meneses, R. I., Halloy, S., Salgado, S., & Becerra, M. T. (2012). Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales- Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. 1-180. Recuperado 20 de Julio de 2019 de : <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Davies, P. (1984). La marcela: Revisión de bibliografía, 1, 193-199. Recuperado 20 de Julio de 2019 de: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8780/1/Fpta-11-p.193-199.pdf>
- Delgado, A. (2018). Análisis comparativos de la biodiversidad de bofedales de la reserva de producción de fauna chimboraoen funcion de la altitud y nivel de intervención antropica (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Recuperado 2 de Junio de 2019 <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8401/1/23T0658.pdf>
- Díaz, R., Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., Flores, E., & Etchevers, J. (2007). Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl . et Cham. *Madera y Bosques*, 13(1), 25–34. <https://doi.org/10.21829/myb.2007.1311233>
- Eguiguren, P., Ojeda, T., & Aguirre, N. (2010). Diversidad Florística del Ecosistema Páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: [http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Eguiguren-Ojeda-2010\\_Diversidad-Florística-del-PNP\\_docx.pdf](http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Eguiguren-Ojeda-2010_Diversidad-Florística-del-PNP_docx.pdf)
- Fermín, M., Pizarro, J., y Flores, E. (2016). Composición y estructura del ensamble de tenebriónidos epigeos (Coleoptera: Tenebrionidae) de ecosistemas continentales e insulares del desierto costero transicional de Chile. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87, 1283–1291. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.09.001>
- Guerrero, F., & Hurtado, J. (2002). El análisis de escalamiento multidimensional: una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. *Revista La Sociología en sus Escenarios, Antioquia*. 25. Recuperado el 23 de mayo de 2019,

- de: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/view/11450>
- Gutiérrez, M. (2006). Claves para la taxonomía de suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, servicio de conservación de recursos naturales. Estados Unidos. (10ª. ed.).
- Hair, F., Anderson, E., Tatham, L., & Black, C. (1999). Análisis multivariante. Prentice Hall. Madrid. 24,12-18
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., & Cerra, M. (2014). Los páramos andinos ¿Qué Sabemos? (IUCN). Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-025.pdf>
- Hofstede, R., Segarra, P. & Mena, P. (Eds.). (2003). Los Páramos del Mundo. In Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. 1,1-120. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56486.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2012.). Anuario meteorológico 2012. Quito. 52, 52-62.
- Jardín Botánico de Quito. (2019). *Lupinus pubescens*. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: <http://plantasnativas.visitavirtualjbjq.com/index.php/emblematicas/4-lupinus-pubescens>
- López, G., & Rosas, U. (2002). El Herbario. Serie Apoyos Académico. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo.
- Kruskal, J. (1964): Nonmetric Multidimensional Scaling: A Numerical Method. *Psychometrika*, 2, 115-129.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. 2, 1-143. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: [http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf)
- Magurran, A. (2004). Ecological biodiversity and measurements. Blackwell Science. New Jersey. 256. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:

[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=CuU9DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=ecological+biodiversity+and+measures+magurran&ots=WA18\\_4zJH6&sig=wtnaDxT1DHmGmhmJZU9A7tD5wUE&redir\\_esc=y#v=onepage&q=ecological%20biodiversity%20and%20measures%20magurran&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=CuU9DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=ecological+biodiversity+and+measures+magurran&ots=WA18_4zJH6&sig=wtnaDxT1DHmGmhmJZU9A7tD5wUE&redir_esc=y#v=onepage&q=ecological%20biodiversity%20and%20measures%20magurran&f=false)

- Medina, G., & Mena, P. (2001). Los páramos del Ecuador, Quito, 1-11. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
[http://www.portalces.org/sites/default/files/references/044\\_Mena et al. \(Eds.\). 2001.Páramos Ecuador PORTADA%2B\\_%2BHOJA%2BTECNICA%2BY%2BPRESENTACION.pdf](http://www.portalces.org/sites/default/files/references/044_Mena%20et%20al.%20(Eds.).%202001.P%C3%A1ramos%20Ecuador%20PORTADA%2B_%2BHOJA%2BTECNICA%2BY%2BPRESENTACION.pdf)
- Mena, P., & Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: [http://www.beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 06.pdf](http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf)
- Morales, J., & Estévez, J. (2006). El páramo: ¿ecosistema en vía de extinción?. *Revista Luna Azul*, (22). Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
<https://www.redalyc.org/html/3217/321727224004/>
- Noroozi, J., Pauli, H., Grabherr, G., & Breckle, S. (2011). The subnival-nival vascular plant species of Iran: a unique high-mountain flora and its threat from climate warming. *Biodiversity and Conservation*, 20, 1319–1338.
- Oliver, M. (1990). Kriging: A Method of Interpolation for Geographical Information Systems. *International Journal of Geographic Information Systems*, 4, 313–332. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
[https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm#ESRI\\_SECTION1\\_E112B7FAED26453D8DA4B9AEC3E4E9BF](https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm#ESRI_SECTION1_E112B7FAED26453D8DA4B9AEC3E4E9BF)
- Pacurucu, A., Chiluiza, P., Abdo, S., & Huilcapi, I. (2015). Study of the floristic diversity of the páramo of the community of guangopud, Province of Chimborazo, Ecuador. *Rev. Perspectiva*, 16(18), 75–82.
- Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., ... Coordinadores. (2015). *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básico, complementarios y adicionales. 5ª edición.* GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la. (October), 150. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: <https://doi.org/10.2777/37575>

- Porras, G. E. A. (2013). Análisis detallado del efecto foehn generado por la cordillera Oriental en el alto Magdalena (Huila y Tolima) (Tesis de postgrado. Magister en Ciencias - Meteorología). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.  
Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
<http://bdigital.unal.edu.co/11389/1/194144.2013.pdf>
- Rodriguez, P. (2011). Estudio De La Diversidad Florística A Diferentes Altitudes En El Páramo De Almohadillas De La Comunidad Yatzaputzán, Cantón Ambato. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/741/1/33T0081.pdf>
- Romoleroux, K., Cárata-Tandalla, D., Erler, R., & Navarrete, H. (2019). *Hypericum lancioides* En: Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
[https://bioweb.bio/floraweb/polylepis/FichaEspecie/Hypericum\\_lancioides](https://bioweb.bio/floraweb/polylepis/FichaEspecie/Hypericum_lancioides)
- Sánchez, M., De Gracia, J., & Quiroga, M. (2015). Guía visual de plantas nativas del Parque Nacional Los Cardones (1ª. ed.). Salta, Argentina. 1-54. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
[https://sib.gob.ar/archivos/Guia\\_Cardones\\_Sanchez\\_et\\_al\\_2015.pdf](https://sib.gob.ar/archivos/Guia_Cardones_Sanchez_et_al_2015.pdf)
- Shepard, R. (1962): The analysis of proximities: multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psychometrika*, 27, 125-140.
- Sonco, R. (2013). Estudio de la Diversidad Alfa ( $\alpha$ ) Y Beta ( $\beta$ ) en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz- Bolivia (Tesis de grado. Ingeniero Agronomo).Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
[http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco\\_2013\\_Thesis.pdf](http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf)
- Sosa, J. (2000). Valoración y seguimiento de la biodiversidad: implicaciones en conservación y manejo. *Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Vertebrados Del Trópico de México*, 46–67. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de:  
[https://www.researchgate.net/profile/Javier\\_Sosa-Escalante/publication/267868728\\_Valoracion\\_y\\_seguimiento\\_de\\_la\\_biodiversidad\\_implicaciones\\_en\\_conservacion\\_y\\_manejo/links/545c20eb0cf249070a7a8976/](https://www.researchgate.net/profile/Javier_Sosa-Escalante/publication/267868728_Valoracion_y_seguimiento_de_la_biodiversidad_implicaciones_en_conservacion_y_manejo/links/545c20eb0cf249070a7a8976/)



Valoracion-y-seguimiento-de-la-biodiversidad-Implicaciones-

- Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P., & Minga, D. (2009). Guía de 100 plantas silvestres del páramo del Parque Nacional Cajas/Cajas National Park field guide of 100 wild plants of the páramo. (2ª. ed.). Cuenca. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: <https://www.mobot.org/MOBOT/research/páramo/pdf/GuiaPlantas.pdf>
- Viale, M. (2010). Características de las precipitaciones orográficas de invierno sobre los Andes Subtropicales Centrales. (Tesis de postgrado. Doctor en Ciencias Exactas y Naturales). Universidad de Buenos Aires. Argentina. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n4707\\_Viale.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n4707_Viale.pdf)
- Young, G., & Householder, A. (1983). Discussion of a set of points in terms of their mutual distances. *Psychometrika*, 3, 19–22.
- Zacarías, y., & Del Castillo, F. (2009). Composición y estructura del Bosque Templado de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, a lo largo de un gradiente altitudinal. (Tesis de postgrado. Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales). Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/2736/1/ZACARIASESLAVA.pdf>



## ANEXOS B. Índices de Biodiversidad Norte

Especies	NORTE	$P_i$	$P_i^2$	$\ln P_i$	$(P_i * \ln P_i)$
<b>Baccharis genistelloides(Lam.)</b>	22	0,30	0,09	-1,20	-0,36
<b>Bidens Andicola</b>	3	0,04	0,00	-3,19	-0,13
<b>Achyrocline satureioides</b>	2	0,03	0,00	-3,60	-0,10
<b>Baccharis caespitosa (Ruiz &amp; Pay)</b>	2	0,03	0,00	-3,60	-0,10
<b>Ageratina pichinchinsis (Kunth)</b>	1	0,01	0,00	-4,29	-0,06
<b>Werneria nubigena (Kunth)</b>	2	0,03	0,00	-3,60	-0,10
<b>Valeriana mycophylla</b>	8	0,11	0,01	-2,21	-0,24
<b>lupinus mycrophollus</b>	1	0,01	0,00	-4,29	-0,06
<b>Geranium ecuadorensis</b>	7	0,10	0,01	-2,34	-0,22
<b>Castilleja fissifolia</b>	3	0,04	0,00	-3,19	-0,13
<b>Calamagrostis intermedia</b>	22	0,30	0,09	-1,20	-0,36
<b>Total</b>	73	D	0,21		-1,87
<b>S</b>	11	Simpson 1-D	0,79	Shannon -1	1,87

## ANEXOS C. Índices de Biodiversidad Norte

Especies	NORTE	$P_i$	$P_i^2$	$\ln P_i$	$(P_i * \ln P_i)$
<b>Baccharis genistelloides(Lam.)</b>	22	0,30	0,09	-1,20	-0,36
<b>Bidens Andicola</b>	3	0,04	0,00	-3,19	-0,13
<b>Achyrocline satureioides</b>	2	0,03	0,00	-3,60	-0,10
<b>Baccharis caespitosa (Ruiz &amp; Pay)</b>	2	0,03	0,00	-3,60	-0,10
<b>Ageratina pichinchinsis (Kunth)</b>	1	0,01	0,00	-4,29	-0,06
<b>Werneria nubigena (Kunth)</b>	2	0,03	0,00	-3,60	-0,10
<b>Valeriana mycophyla</b>	8	0,11	0,01	-2,21	-0,24
<b>lupinus mycrophollus</b>	1	0,01	0,00	-4,29	-0,06
<b>Geranium ecuadorensis</b>	7	0,10	0,01	-2,34	-0,22
<b>Castilleja fissifolia</b>	3	0,04	0,00	-3,19	-0,13
<b>Calamagrostis intermedia</b>	22	0,30	0,09	-1,20	-0,36
<b>Total</b>	73	D	0,21		-1,87
<b>S</b>	11	Simpson 1-D	0,79	Shannon -1	1,87

## ANEXOS D. Índices de Biodiversidad Sur

Especies	SUR	$P_i = n_i/N$	$P_i^2$	$\ln P_i$	$(P_i * \ln P_i)$
<b>Eringium humile</b>	14	0,10	0,01	-2,32	-0,23
<b>Baccharis genistelloides(Lam.)</b>	18	0,13	0,02	-2,07	-0,26
<b>Bidens Andicola</b>	6	0,04	0,00	-3,17	-0,13
<b>Achyrocline satureioides</b>	2	0,01	0,00	-4,27	-0,06
<b>Hypochaeris sessiflora Kunth</b>	5	0,03	0,00	-3,35	-0,12
<b>Baccharis caespitosa (Ruiz &amp; Pay)</b>	5	0,03	0,00	-3,35	-0,12
<b>Werneria nubigena (Kunth)</b>	6	0,04	0,00	-3,17	-0,13
<b>Lasiocoptalus lingulata (Schltdl.)</b>	2	0,01	0,00	-4,27	-0,06
<b>Valeriana mycrophyla</b>	12	0,08	0,01	-2,48	-0,21
<b>Valeriana rigida</b>	17	0,12	0,01	-2,13	-0,25
<b>Pernettya prostrata (Cav.) DC.</b>	6	0,04	0,00	-3,17	-0,13
<b>Lupinus pubesences</b>	1	0,01	0,00	-4,96	-0,03
<b>lupinus mycrophollus</b>	3	0,02	0,00	-3,86	-0,08
<b>Gentiana Sedifolia Kunth</b>	4	0,03	0,00	-3,58	-0,10
<b>Geranium ecuadoreense</b>	2	0,01	0,00	-4,27	-0,06
<b>Castilleja fissifolia</b>	6	0,04	0,00	-3,17	-0,13
<b>Calamagrostis intermedia</b>	34	0,24	0,06	-1,44	-0,34
<b>Total</b>	143		0,11		-2,45
<b>Taxsas</b>	17	Simpson	0,89	Shannon	2,45

## ANEXOS E. Índices de Biodiversidad Oeste

Especies	OESTE	$P_i = n_i/N$	$P_i^2$	$\ln P_i$	$(P_i * \ln P_i)$
<b>Eringium humile</b>	3	0,04	0,00	-3,18	-0,13
<b>Baccharis genistelloides(Lam.)</b>	11	0,15	0,02	-1,88	-0,29
<b>Bidens Andicola</b>	1	0,01	0,00	-4,28	-0,06
<b>Achyrocline satureioides</b>	5	0,07	0,00	-2,67	-0,19
<b>Baccharis caespitosa (Ruiz &amp; Pay)</b>	1	0,01	0,00	-4,28	-0,06
<b>Werneria nubigena (Kunth)</b>	1	0,01	0,00	-4,28	-0,06
<b>Lasiocoptalus lingulata (Schltdl.)</b>	2	0,03	0,00	-3,58	-0,10
<b>Chuquiraga jussieui J.F.Gmel</b>	1	0,01	0,00	-4,28	-0,06
<b>Valeriana mycrophyla</b>	4	0,06	0,00	-2,89	-0,16
<b>Valeriana rigida</b>	2	0,03	0,00	-3,58	-0,10
<b>Geranium ecuadorese</b>	6	0,08	0,01	-2,48	-0,21
<b>Hypericum lancioides</b>	8	0,11	0,01	-2,20	-0,24
<b>Castilleja fissifolia</b>	3	0,04	0,00	-3,18	-0,13
<b>Calamagrostis intermedia</b>	24	0,33	0,11	-1,10	-0,37
<b>Total</b>	72		0,17		-2,15
<b>Taxas</b>	14	Simpson	0,83	Shannon	2,15

## ANEXOS F. Índices de Biodiversidad Este

Especies	ESTE	$P_i = n_i/N$	$P_i^2$	$\ln P_i$	$(P_i * \ln de P_i)$
<b>Eringium humile</b>	9	0,07	0,00	-2,68	-0,18
<b>Baccharis genistelloides(Lam.)</b>	17	0,13	0,02	-2,04	-0,26
<b>Bidens Andicola</b>	3	0,02	0,00	-3,78	-0,09
<b>Achyrocline satureioides</b>	1	0,01	0,00	-4,88	-0,04
<b>Hypochaeris sessiflora Kunth</b>	6	0,05	0,00	-3,08	-0,14
<b>Ageratina pichinchinsis (Kunth)</b>	3	0,02	0,00	-3,78	-0,09
<b>Werneria nubigena (Kunth)</b>	5	0,04	0,00	-3,27	-0,12
<b>Valeriana mycrophyla</b>	13	0,10	0,01	-2,31	-0,23
<b>Valeriana rigida</b>	12	0,09	0,01	-2,39	-0,22
<b>Pernettya prostrata (Cav.) DC.</b>	9	0,07	0,00	-2,68	-0,18
<b>lupinus mycrophollus</b>	1	0,01	0,00	-4,88	-0,04
<b>Gentiana Sedifolia Kunth</b>	7	0,05	0,00	-2,93	-0,16
<b>Geranium ecuadorese</b>	1	0,01	0,00	-4,88	-0,04
<b>Castilleja fissifolia</b>	7	0,05	0,00	-2,93	-0,16
<b>Plantago sericea Ruíz y Pav</b>	2	0,02	0,00	-4,18	-0,06
<b>Calamagrostis intermedia</b>	35	0,27	0,07	-1,32	-0,35
<b>Total</b>	131		0,13		-2,36
<b>Taxas</b>	0	Simpson	0,87	Shannon	2,36

**ANEXOS G.** Cima Cuartel de los Incas**ANEXOS H.** Evaluación de una subparcela