



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Influencia de la quema sobre el suelo y la vegetación en un
ecosistema de pajonal de la microcuenca del río Irquis,
Victoria del Portete.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Autor:

ING. HERNÁN CAYETANO MENDIETA ANDRADE

Director:

PhD. GUSTAVO CHACÓN

Cuenca-Ecuador

2017

DEDICATORIA

**A mis hijos Ángela, Alexey y Masha; por ser siempre
mi más grande inspiración.**

**A mi esposa Betty, por su amor, cariño y paciencia a lo largo
de este camino.**

**A toda la gente de la parroquia Victoria del Portete, por su
ejemplo de trabajo, constancia y empeño, siempre con la
esperanza de un futuro mejor.**

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad el Azuay por darme la oportunidad de estudiar, aprender y ver la realidad de mi país.

A mis compañeros de la Maestría, a los que les agradezco por compartir estos dos años muy provechosos, instructivos y valiosos.

Mi reconocimiento y agradecimiento al Dr. Gustavo Chacón V., por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo, en todas sus etapas, por su guía y visión clara, objetiva con el rigor científico que amerita el estudio, especialmente en el análisis estadístico de los resultados; de manera especial su calidad humana, profesionalismo y dedicación.

Agradezco al Tribunal de Tesis conformado por el Dr. Antonio Crespo y el Mgt. Andrés Pérez quienes revisaron, orientaron esta investigación, y dieron valiosos aportes y directrices para mejorar el trabajo y su redacción.

Mis agradecimientos a la Bióloga Regina Déleg por su valioso trabajo en el muestreo e identificación taxonómica de la especies vegetales en el Herbario de la UDA.

Mi agradecimiento a la gente de la Comunidad de Duraznos, donde se realizó este trabajo, especialmente a Fernando Medina, mi fiel trabajador, quien ha colaborado desinteresadamente en todo el proceso de trabajo de campo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO UNO	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1. EL PÁRAMO: DEFINICIÓN E IMPORTANCIA	5
1.2. CARACTERÍSTICAS DEL PÁRAMO	7
1.2.1. Hidrología	7
1.2.2. Biodiversidad	9
1.2.2.1. Flora	9
1.2.2.2 Fauna	11
1.2.5. La influencia humana en el páramo	12
a) Impacto de cultivos	13
b) Impacto de la forestación	14
c) Impacto de las quemas	15
d) Impacto de la ganadería	17
e) Cambio climático	19
1.3. FACTORES FORMADORES DEL SUELO	19
1.3.1. Geología, Geomorfología	19
1.3.2. Clima	20
1.3.3. Organismos vivos	21
a) La vegetación	21
b) La Edafo-fauna	22
1.4. SUELOS DE PÁRAMO	22
1.4.1. Suelo	22

1.4.2. Andosoles	23
1.4.3. Histosoles.....	24
CAPÍTULO DOS.....	26
METODOLOGÍA.....	26
2.1. ÁREA DE ESTUDIO	26
2.1.1. Ubicación Geográfica y Político – Administrativa	26
2.1.2. Aspectos Biofísicos	27
a) Clima.....	27
b) Geología.....	27
c) Suelos	28
d) Biodiversidad.....	28
2.2. Trabajo de campo	29
2.3. Descripción Metodológica	32
2.3.1. Muestreo de suelo.....	32
2.3.2. Muestreo de la vegetación	33
2.3.3. Trabajo de laboratorio	34
2.3.4. Análisis estadístico	34
CAPÍTULO TRES.....	35
RESULTADOS	35
3.1. Suelo.....	35
3.2 Vegetación.....	38
CAPÍTULO CUATRO	41
DISCUSIÓN.....	41
4.1. Suelo.....	41
4.2. Vegetación.....	43
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
<i>Recomendaciones para el uso del páramo en la Parroquia Victoria del Portete, con relación a las quemadas.</i>	<i>46</i>
<i>Recomendaciones para las actividades de campo y laboratorio.....</i>	<i>47</i>
BIBLIOGRAFIA.....	48
APÉNDICE	53
<i>Apéndice B. Sitios de muestreo</i>	<i>54</i>
<i>Apéndice C. Muestreo de la flora en cuadrantes no quemados</i>	<i>55</i>

<i>Apéndice D. Muestreo de la flora en cuadrantes quemados.....</i>	59
<i>Anexo 1. Reporte de análisis de suelos</i>	62
<i>Anexo 2. Informe de Análisis de Suelos.....</i>	63
<i>Anexo 3. Informe de Análisis de Suelos.....</i>	64

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 3.1. Resultado del análisis físico-químico de las muestras de suelo quemado y no quemado.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3.2: Registro de especies en los dos sitios de muestreo.....</i>	<i>39</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1. Páramo. Sector Duraznos-Quimsacocha. Victoria del Portete</i>	<i>7</i>
<i>Figura 1.2. Microcuenca del río Iquis – Victoria del Portete.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 1.3. Páramo de pajonal (Stipa y Calamagrostis). Sombrederas-Victoria del Portete.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 1.4. Páramo de almohadillas. Sombrederas-Victoria del Portete</i>	<i>10</i>
<i>Figura 1.5. Árbol de Polylepis, quebrada de Rumihuaycu. Victoria del Portete. ...</i>	<i>11</i>
<i>Figura 1.6. Venado de cola blanca Odocoileus peruvianus. Duraznos-Victoria del Portete</i>	<i>12</i>
<i>Figura 1.7. Minga del sistema de agua. Victoria del Portete</i>	<i>13</i>
<i>Figura 1.8. Impacto de los cultivos (implementación de potreros) en la microcuenca del río Iquis. Victoria del Portete.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 1.9. Parches de bosques de pino (Pinus sp.) Victoria del Portete</i>	<i>15</i>
<i>Figura 1.10. Quema de pajonal en los páramos, sector Sombrederas y Quimsacocha. Victoria del Portete</i>	<i>16</i>
<i>Figura 1.11. Ganado en el páramo, y humedales en el sector Sombrederas-Quimsacocha. Victoria del Portete.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 1.12. Perfil de suelo (Histosol), de un potrero de pajonal.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2.1. Mapa parroquia Victoria del Portete, Azuay-Ecuador.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2.2. Fauna del páramo (Odocoileus peruvianus) y pajonal (Calamagrostis intermedia y Festuca sp.)</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2.3. Esquema de las 16 parcelas experimentales.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2.4. Ubicación de las parcelas experimentales. Victoria del Portete.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2.5. Quema controlada de pajonal</i>	<i>31</i>
<i>Figura 2.6. Quema no controlada, septiembre 2016, sector de Sombrederas, Victoria del Portete.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 2.7. Esquema de muestreo de una parcela</i>	<i>32</i>
<i>Figura 2.8. Muestreo de suelo en sitio quemado. Muestras de suelo.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2.9. Sitio de la quema después de seis meses. Muestreo de la vegetación.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 3.1. Comparación del RpH y conductividad eléctrica de suelo en los dos sitios de muestreo. (a=No quema, b=Quema; NQ=No quema, Q=Quema)</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.2. Comparación de N, P y M.O del suelo en los dos sitios de muestreo (NQ=No quema, Q=Quema)</i>	<i>36</i>
<i>Figura 3.3. Comparación de K, Ca, Mn y Zn, en los dos sitios de muestreo</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3.4. Comparación del Fe y Mg, en los dos sitios de muestreo.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3.5. Comparación del Cu, en los dos sitios de muestreo</i>	<i>37</i>

Figura 3.6. Comparación de la abundancia entre sitio no quema (NQ) y quema (Q)
..... 40

Figura 3.7. Comparación de la cobertura en los dos sitios de estudio después de seis meses de la quema..... 40

RESUMEN

La quema del pajonal produce efectos sobre las propiedades edáficas y la vegetación. En un ecosistema de páramo, los valores de pH y materia orgánica fueron menores en sitios quemados que en sitios no quemados. Las demás variables fueron similares. La riqueza de la vegetación fue similar, pero su biomasa fue mayor en sitios no quemados. La quema, en el corto plazo, tiene efectos negativos en la acidez del suelo y en la biomasa vegetal. A largo plazo, aparecerían otros efectos que pueden poner en riesgo la sostenibilidad del ecosistema páramo.

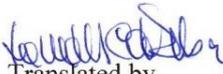
Palabras clave: páramo, quema, suelo, vegetación, Irquis.

ABSTRACT

Scrubland (*pajonal*) burning produces effects on edaphic properties and vegetation. In a shrub-land ecosystem, the pH and organic matter values were lower in burned sites than in non-burned sites. The other variables were similar. The richness of the vegetation was similar, but its biomass was higher in unburned sites. In the short term, burning has negative effects on soil acidity and plant biomass. Other effects that could put at risk the shrub-land ecosystem sustainability would appear in the long term.

Keywords: shrub-land, burning, soil, vegetation, *Irquis*




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

INTRODUCCIÓN

El páramo es un ecosistema de alta montaña, natural, de clima y vegetación extrema, que brinda varios servicios ambientales, uno de la más importante y de vital importancia para la vida misma es la retención y regulación del agua. Es un entorno frágil, con flora y fauna que se ha ido adaptando a las condiciones climáticas extremas a lo largo de los siglos. Actualmente está amenazado por diversas actividades antrópicas, que están poniendo en peligro su existencia y conservación, por ende afectando los servicios ambientales que éste tipo de hábitat nos brinda.

El páramo es un ecosistema de vital importancia y estratégico para la vida de la gente, una de sus funciones principales es el almacenamiento y regulación del agua, que es utilizada tanto para consumo humano, riego, generación de electricidad, etc. (Buytaert, Célleri, Biévre, & Cisneros, 2010; Crespo, P., Celleri, R., Buytaert, W., Ochoa, B., Cardenas, I., Iniguez, V., & De Bievre, B.,2014).

Mena & Balslev, (2006) afirman que: “El páramo es un ecosistema natural dominado por pajonales, rosedales, arbustos, humedales y pequeños bosquetes de clima frío, muy frágil a los cambios del uso de la tierra. Por su gran altitud, bajas temperaturas, incidencia de neblina e irradiación solar, el clima es muy extremo”.

El uso potencial para fines agro productivos es muy limitado en términos generales de acuerdo a (Vasconez & Hofstede, 2006)

Una de las características más relevantes del páramo es su fragilidad ante cualquier intervención antrópica o fenómeno natural, el más común es la quema.

El único beneficio de la quema a corto plazo es la disponibilidad de pastos frescos y a largo plazo la quema solo tiene un impacto negativo: inmovilización y lavado de nutrientes aprovechables, sequedad del suelo, falta de regeneración natural y de la composición de la vegetación (Hofstede, 2001; Quichimbo, P., Tenorio, G., Borja, P., Cardenas, I., Crespo, P., & Celleri, R., 2012)

Se han realizado estudios del impacto de la quema en un sistema de pajonal, en ecosistemas semejantes a la microcuenca del río Irquis, en la reserva Mazan del Parque Nacional Cajas, y en Quimsacocha (Quichimbo, et al., 2012), con resultados parecidos, recomiendan que se realicen estudios posteriores para determinar estrategias de manejo de estos frágiles ecosistemas (Lazo & Ordoñez, 2005; Crespo, et al., 2014).

La microcuenca del río Irquis está localizada dentro de un área de bosque y vegetación protectora (ABVP), además forma parte del humedal de Quimsacocha (PDOT, 2011; PROMAS/IAMGOLD, 2009), que es de vital importancia, no solamente para sus habitante, sino también para la ciudad de Cuenca, por cuanto en estos pajonales y humedales nacen dos ríos: Tarqui y Yanuncay (PDOT, 2011).

Actualmente en la subcuenca del río Irquis, la práctica histórica de quemar los pajonales para tener rebrotes tiernos y alimentar el ganado, es muy difundida (observaciones del autor), además con el inminente desarrollo de la minería en Loma Larga (INV METALS, 2017), se espera la apertura de nuevos caminos, ampliación de la frontera agrícola, lo que resulta en una sobrecarga al ecosistema, que puede tener consecuencias para toda la región.

Además la construcción de sistema de agua “Rumihuaycu” para beneficiar a la Comunidad de Duraznos y Santo Tomas ((SENAGUA, 2015), tendrá un impacto de crecimiento poblacional muy importante, las actividades agro productivas se incrementarán, lo que significa una sobrecarga al ecosistema de páramo.

En este contexto, este estudio pretende determinar el impacto de las quemas sobre las propiedades físico-químicas del suelo y en la regeneración de la vegetación nativa, en un sistema de pajonal, con el fin de determinar su utilidad, generar planes y políticas de manejo para la conservación y uso de estos ecosistemas de pajonal.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Identificar los efectos de la quema sobre las propiedades físico-químicas del suelo, cobertura y regeneración de la vegetación, en la microcuenca del río Irquis en la parroquia Victoria del Portete.

Objetivos Específicos

- Determinar y comparar las propiedades físico-químicas del suelo entre parcelas quemadas (Q) y no quemadas (NQ) en la microcuenca del río Irquis.
- Estudiar los efectos de la quema sobre la cobertura y regeneración de las especies vegetales en los sitios de estudio, a los seis meses de la quema.

HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (Ha1)

La quema (Q) de la vegetación en un ecosistema de pajonal, afecta a las propiedades físico-químicas del suelo, en comparación con un ecosistema no quemado (NQ).

Hipótesis alternativa (Ha2)

La quema (Q) de la vegetación en un ecosistema de pajonal afecta a la cobertura y a su regeneración, en comparación con un ecosistema de pajonal no quemado (NQ).

CAPÍTULO UNO

MARCO TEÓRICO

1.1. EL PÁRAMO: DEFINICIÓN E IMPORTANCIA

La Real Academia de la Lengua Española (Española, 2014) define al Páramo como: “un terreno yermo, raso y desabrigado o lugar frío y desamparado”; también se usa el término como sinónimo de “llovizna”. Sin embargo el concepto “páramo” es más complejo, que es difícil definirlo, y varía según las experiencias y formación de quien lo mire, por ejemplo, para un campesino páramo es la fuente de vida, de subsistencia, su terruño, para un ciudadano es un lugar donde nace el agua, donde hace mucho frío, y es cubierto por pajonales y humedales, un lugar ideal para deportes extremos y aventura, para un biólogo es un lugar donde existen tantas especies endémicas de organismos, para un hidrólogo un lugar donde se origina los ríos, esto refleja la complejidad misma del páramo (Hofstede, Robert; Calles, Juan; Lopez, Victor; Polanco, Rocio; Torres, Fidel; Ulloa, Janett; Vasquez, Adriana; Cerra, Marcos, 2014)

“Por lo tanto, por ser un término tan complejo, descriptivo de diferentes sujetos similares y con anotaciones históricas, académicas, políticas y culturales, es muy difícil definir lo que realmente es un páramo” (Medina & Mena, 2001).

El páramo es un ecosistema neo tropical ubicado entre el límite del bosque cerrado y las nieves perpetuas; se localiza a lo largo de las cordilleras o en picos aislados, a altitudes comprendidas entre los 3.000 y los 5.000 metros aproximadamente (Acosta , 1984; Luteyn J. L., 1999). Se extiende entre 11° N y 81° S de latitud, desde Costa Rica hasta el Perú; su distribución es continua sobre las cumbres de los Andes desde Venezuela hasta el norte de Perú, aunque Panamá y Costa Rica también tienen montañas que albergan verdadera vegetación de páramo (Luteyn J. L., 1999).

La superficie ocupada por los páramos en Ecuador, es de aproximadamente el 7% (18,434.77 km²) de su territorio (Beltran et al., 2009; Mena, Josse, & Medina, 2000) y, aunque por el momento no se tienen datos precisos, un 10% de la flora de Ecuador podría estar representada ahí de acuerdo con Jorgensen & Leon-Yanez (1999).

El páramo está compuesto principalmente por: pajonales, chaparros, rosedales, humedales y pequeños parches de bosques remanentes de lo que antes debió ser una gran extensión boscosa de clima frío, es un ecosistema muy frágil a los cambios del uso de la tierra, por su gran altitud, temperaturas bajas, incidencia de la neblina, la irradiación solar, su clima es muy extremo y peculiar (Hofstede R. , 2001) (*Figura 1.1*).

La característica e importancia principal de los páramos es almacenar agua en un 60%-200% y regularla, que reciben en forma de precipitaciones verticales (lluvia), horizontales (neblina) y de rocío. Esta propiedad se debe principalmente a la gran acumulación de materia orgánica y a la morfología de ciertas plantas de páramo (Hofstede R. , 2001).

Los páramos son de importancia vital para millones de personas y grandes ciudades, por los diferentes servicios ambientales que dan, por ejemplo como proveedores de agua, hábitats en los que se encuentran especies endémicas, banco genético, espacios de importancia cultural, y lugar de subsistencia para los habitantes de esas regiones (De Bièvre, B; Iñiguez, V; Buytaert, W , 2006).

En la actualidad existe una gran preocupación y atención en torno al uso y manejo de los páramos, especialmente con el cambio climático y los procesos socio-económicos que se desarrollan en el mismo, y cómo seguirá cumpliendo el sus funciones servicios eco-ambientales (De Bièvre, B; Iñiguez, V; Buytaert, W , 2006) .

El aumento de la población urbana y rural, crea una presión sobre el páramo, al expandirse la frontera agrícola, para aumentar la producción de alimentos, la contaminación del agua, y actualmente con la minería ya sea artesanal, mediana o a gran escala en los páramos son grandes riesgos y amenazas sobre la integridad y conservación de los páramos para que puedan continuar prestando los servicios ambientales que todos necesitamos (Hofstede R. , 2001).



Figura 1.1. Páramo. Sector Duraznos-Quimsacocha. Victoria del Portete

En este contexto una de las actividades humanas más conocida y antigua en el páramo es: *la quema*, y es la que más superficie afecta. Las razones para quemar el páramo son varias, siendo la más importante: “el quitar la paja muerta y provocar rebrotes tiernos para el ganado” (Hofstede R. , 2001).

En un estudio realizado después del incendio en el Parque Nacional Natural de Los Nevados mencionan que; “los efectos más graves sobre el recurso suelo fue la pérdida de M.O. (materia orgánica). Esta pérdida afectó considerablemente otras propiedades como la densidad aparente, la porosidad y la estructura del suelo, la conductividad hidráulica y la permeabilidad” (Camargo-Garca, Dossman, Rodriguez, Arias, & Galvis-Quintero, 2012).

Con el estudio sobre el cambio climático y su incidencia en la vida misma del planeta, el ecosistema de páramo cada vez se sitúa en el centro de atención pública, por lo tanto, se debe investigar, con respecto al efecto de la quema de pajonales a corto, mediano y largo plazo por el efecto y consecuencias que causaría.

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL PÁRAMO

1.2.1. Hidrología

El páramo es el mayor proveedor de agua de los Andes, prácticamente todos los sistemas hídricos de los países andinos septentrionales nacen en el páramo, los sistemas de riego, agua potable e hidroelectricidad dependen en gran medida de la capacidad de regulación hídrica del ecosistema páramo (Malagón & Pulido, 2000; Podwojewski & Poulénard, 2000).

Grandes ciudades como Bogotá, Quito y Cuenca dependen exclusivamente de las aguas que se originan en los páramos (Bièvre, Iñiguez, & Buytaert, 2006).

Los sistemas hidrológicos en los páramos están determinados por varios factores como:

- ✓ **Las condiciones climáticas** propias de estas zonas: precipitación moderada o alta, gran humedad y baja evapotranspiración,
- ✓ **Las condiciones edáficas**, que explican la alta capacidad de regulación hídrica del páramo, suelo profundo de baja densidad y alta porosidad, gracias a su gran contenido de materia orgánica y origen volcánico. (Podwojewski & Poulénard, 2000; Buytaert, 2004).
- ✓ **La vegetación**, si bien el rol exacto no es claro y faltan datos cuantitativos, parece que su estructura compleja garantiza una buena protección del suelo y captura de la neblina. (Bièvre, Iñiguez, & Buytaert, 2006). Además, el metabolismo relativamente bajo es asociado a un bajo consumo de agua, lo que aporta a una baja evapotranspiración (Bièvre, Iñiguez, & Buytaert, 2006), y
- ✓ **La topografía** de los Andes es un factor clave que aporta a la regulación hídrica, la existencia de valles amplios donde se han formado extensos humedales, que son reservorios naturales de agua (Buytaert et al., 2010).
- ✓ **La precipitación** promedio es de 900 a 1600 mm al año, la variabilidad estacional es muy baja en estos sectores.

Por todos estos factores en el páramo hay un gran excedente de agua, que es liberado o regulado poco a poco, lo que constituye un flujo base, constante, hacia los ríos que alimentan las diferentes cuencas hídricas que desembocan en el océano Atlántico y Pacífico (*Figura 1.2*).

Paradójicamente la enorme importancia del páramo como almacenador y regulador del agua está en contraste con su fragilidad, es muy vulnerable a los cambios de uso de suelo, de allí la importancia del estudio de cualquier actividad que se realice en este ecosistema (Buytaert et al., 2010).



Figura 1.2. Microcuenca del río Irquis – Victoria del Portete

El lugar de estudio, la comunidad de Durazos- Victoria del Portete, tiene dos ríos: Irquis y Portete, que luego forman el río Tarqui que cruza la ciudad de Cuenca.

1.2.2. Biodiversidad

Los páramos de Ecuador tienen una biodiversidad muy alta por tres factores principales:

- ✓ su posición geográfica con respecto a la línea ecuatorial,
- ✓ la presencia de la Cordillera de los Andes y
- ✓ la presencia de las corrientes cálidas-húmedas de la Amazonia y de varias corrientes marinas frías y cálidas frente a la costa ecuatoriana.

A pesar de su clima extremo conocido como “verano todos los días, invierno todas las noches”, los páramos poseen una gran biodiversidad de varios grupos especialmente plantas, aves anfibios y mamíferos que se han adaptado o evolucionado a las condiciones extremas del páramo (De Bièvre, 2004).

1.2.2.1. Flora

Por las condiciones climáticas extremas, alta irradiación solar, gran humedad y neblina, las plantas han desarrollado adaptaciones de sobrevivencia como: la vellosoidad, colores oscuros, pequeñez, dureza y forma de las hojas, protección de los

órganos jóvenes y la disminución del metabolismo en las horas de más frío, entre otras (Mena & Hofstede, 2006).

Una de las familias más representativas del páramo son las *Poacea*, entre las que destacan los géneros: *Stipa* y *Calamagrostis* (Figura 1.3), también encontramos plantas herbáceas como, por ejemplo: *Gentianella*. (Hofstede R. , 1995) .



Figura 1.3. Páramo de pajonal (*Stipa* y *Calamagrostis*). Sombrederas-Victoria del Portete.

También tenemos el “páramo de almohadillas” (Figura 1.4), conformado por una o varias especies como de: *Azorella pedunculata* y *Plantago rígida*, (Ulloa et al., 2005).



Figura 1.4. Páramo de almohadillas. Sombrederas-Victoria del Portete

La vegetación arbórea y los matorrales está conformada por especies con hojas duras y gruesas como *Chuquiragua jussieui* y *Pernettya prostrata* y los parches boscosos

están diseminados en pendientes, cerca de los ríos, riachuelos o lagunas como por ejemplo los géneros *Polylepis* y *Gynoxis* (Ulloa et al., 2005). (Figura 1.5).



Figura 1.5. Árbol de *Polylepis*, quebrada de Rumihuaycu. Victoria del Portete.

1.2.2.2 Fauna

Así mismo los animales han evolucionado a las condiciones adversas del páramo y presentan adaptaciones para protegerse del frío, el viento y las heladas a través de pelajes densos y colores oscuros (Mena, 2001). Aquí tenemos al ave voladora más grande del mundo: el cóndor andino (*Vultur gryphus*), el curiquingue (*Phalcoboenus carunculatus*), el colibrí estrellita de Chimborazo (*Oreotrochilus chimborazo*), entre otras especies.

Entre las especies de mamíferos más comunes tenemos: el conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el venado de cola blanca *Odocoileus peruvianus* (Mena, 2001) (Figura 1.6).



Figura 1.6. Venado de cola blanca *Odocoileus peruvianus*. Duraznos-Victoria del Portete

1.2.5. La influencia humana en el páramo

El crecimiento poblacional, ejerce presión sobre todos los ecosistemas para aumentar la producción alimentaria, y como consecuencia directa la frontera agrícola se expande cada vez más, en este caso en el páramo.

Las actividades actuales en los páramos están encaminadas principalmente a la ganadería en combinación con quemas, cultivos de papa, habas, ocas, etc., y plantaciones forestales principalmente de pino, lo que ha causado un cambio drástico de su paisaje original y que sea uno de los ecosistemas más amenazados (Hofstede R. , 2001; Molinillo & Monasterio, 2002). También se construyen caminos vecinales, sistemas de agua comunales (*Figura 1.7*).

En los últimos años se está desarrollando proyectos mineros a gran escala en estos ecosistemas de pajonal, y como se ha determinado en los estudios e investigaciones es un sistema muy frágil a los cambios de uso, es por eso que se necesita de investigaciones y estudios profundos, para saber el verdadero impacto, los pro y contras de su explotación en estos ecosistemas.

En la parroquia Victoria del Portete, el 49.66% (9704.79 ha), de sus ecosistemas están intervenidos (MAE, 2012), se observa como cada año la frontera agrícola se expande hacia los bosques o ecosistemas de arbusto o pajonal, el área de bosque de páramo es

4769.95 Ha, del cual en la actualidad, el 20.22% (964.58 ha) se ha visto afectado (MAE, 2012).



Figura 1.7. Minga del sistema de agua. Victoria del Portete

a) Impacto de cultivos

El cultivo en el páramo, es contradictorio ya que al arar los terrenos, se voltea la capa superficial del suelo, se provoca el secado del mismo y como consecuencia tenemos que, muchos de los nutrientes inmovilizados en el suelo volcánico se liberan, lo que resulta en una productividad alta los primeros años, lo que parece que los cultivos de pajonal tienen mucho éxito, pero este éxito es muy relativo ya que después de las primeras cosechas el efecto de la liberación de nutrientes termina y el suelo queda con una baja disponibilidad de nutrientes. (Hofstede, et al., 2014; De Bièvre, 2004).

Más aun, por la sequedad resultante del arado, se pierde mucha materia orgánica y la capacidad de retención de agua, así tenemos que, los suelos que en su forma natural son retenedores de agua, al secarse cambian de estructura y se hacen repelentes de agua (Podwojewski & Poulénard, 2000).

Así, cuando un suelo descubierto y seco recibe un fuerte aguacero, el agua no puede entrar en el suelo, sino que se escurre superficialmente, llevando consigo las partículas de suelo seco, que flotan sobre el agua, y nunca vuelven a tener su estructura original, por esto la recuperación tanto de la vegetación como del suelo demora mucho tiempo (Poulénard *et al.* 2001; Hofstede, 2001).

Usualmente después del cultivo de la papa, se siembra pastos, se quema los remantes de vegetación nativa, transformando de esta manera la vegetación de páramo, poco a poco, en potreros (*Figura 1.8*).

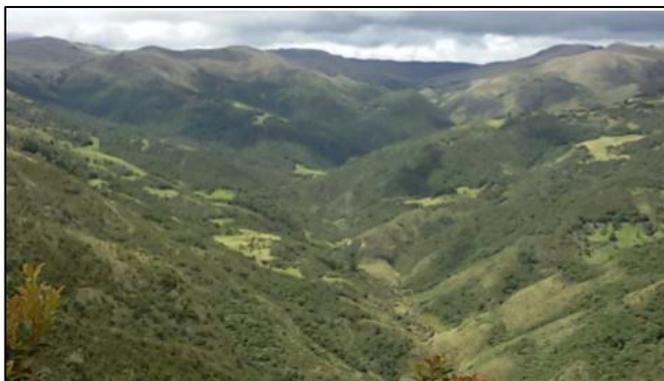


Figura 1.8. Impacto de los cultivos (implementación de potreros) en la microcuenca del río Irquis. Victoria del Portete

b) Impacto de la forestación

En algunas áreas de páramo, se ha tratado de sacar provecho mediante la plantación industrial de árboles, en Ecuador predomina las especies exóticas como *Pinus radiata* y *Pinus patula* (*Figura 1.8*).

En la zona alto andina, la forestación masiva produce varios efectos negativos; uno de ellos consiste en que, durante la implantación, se retira parte de la vegetación existente se perturba el suelo, y durante el crecimiento de la plantación, especialmente en especies de rápido crecimiento que consumen mucha agua, disminuyen el rendimiento hídrico y finalmente secan el suelo, razón por la cual hay mayor descomposición y pérdida de fertilidad (Hofstede, et al., 2014; & Kelly, 2004; Farley et al.,2004).

Se ha demostrado que una plantación de pino reduce el rendimiento hídrico del páramo en un 60%, incluso más aún que los cultivos (De Bièvre et al., 2006).

Nuestro sector de estudio, por ahora tiene vegetación nativa intacta, no está muy intervenida, pero en los últimos tiempos hay cierta actividad agro ganadera extensiva y siembras de pino (Quichimbo, et al., 2012) .



Figura 1.9. Parches de bosques de pino (*Pinus sp.*) Victoria del Portete

En cuanto a la reforestación con especies nativas, hay pocos estudios (Hofstede et al., 2000; Farley & Kelly., 2004). Sin lugar a dudas la reforestación con especies nativas ayudaría a proteger el suelo, pero la interrogante principal sería: ¿Cómo afecta a la regulación del agua? No hay respuesta a esta interrogante todavía, pero probablemente se reduciría la producción hídrica (Hofstede R. , 2001).

El pajonal es un buen protector del suelo, y consume menos agua que los bosques, sin embargo, no existe estudios al respecto y falta mucha investigación en este campo (Hofstede R., 2001; Hofstede, et al., 2014)

c) Impacto de las quemadas

Por la naturaleza misma de su formación los páramos son considerados como islas biogeográficas; todos los ecosistemas del mundo que evolucionaron en aislamiento geográfico son ecosistemas frágiles y por consiguiente sus umbrales de resistencia y resiliencia son muy bajos.

Muchos ecosistemas que tienen grandes extensiones, como por ejemplo las sabanas y praderas, evolucionaron bajo disturbios por fuegos y pastoreo de grandes animales. Los páramos en cambio no, y por lo tanto el suelo y sus plantas no están adaptadas a resistir fuegos continuos esta es una de las principales consideraciones que hay que analizar para comprender por qué es tan fácil destruir un ecosistema como el páramo (Vargas O. , 2013).

Los fuegos naturales han existido y existen, generan una regulación y rejuvenecimiento del ecosistema desde su origen, pero los fuegos producidos por el

ser humano con fines agro-ganaderos son mucho más repetitivos y causan efectos profundos sobre los páramos (Pels & Verweij, 1992) (*Figura 1.9*).

La quema afecta a las propiedades físico-químicas del suelo, a su estructura, incide severamente en su estabilidad, además estas prácticas de quema conducen a la formación de agregados de suelo hidrofóbicos y estables con gran repelencia al agua (Wada, 1985; Golchin, Baldock, Claker, Higashi, & Oades, 1997).



**Figura 1.10. Quema de pajonal en los páramos, sector Sombrederas y Quimsacocha.
Victoria del Portete**

No hay estudios definitivos sobre el efecto de la quema intensa que alcance el nivel del suelo, ya que en la mayoría de casos el fuego no llega al suelo por la existencia y naturaleza de la vegetación de páramo (De Bièvre, 2004).

Hay mucho conocimiento sobre la sucesión inicial después de la quema, pero muy poca certeza sobre la regeneración total. Esto tiene que ver, de un lado, con la inseguridad de cómo era el estado “natural” de los sitios que han sido quemados y, por

otro lado, porque las áreas quemadas normalmente son intervenidas ya sea con ganadería u otra quema.

Vargas (2011), menciona que muchas especies pueden sostener la quema cuando la frecuencia es entre 5 a 10 años, pero cuando la frecuencia aumenta a una quema cada 3 a 5 años, aquéllas también desaparecerán. (Vargas J. , 2011).

Las especies que más sufren de quemadas son las leñosas algunas de ellas logran regenerar pronto desde su base, otras desaparecen por completo y tienen que restablecerse mediante colonización de semillas. (Vargas J. , 2011)

Todos los autores coinciden en que el impacto de la quema y la posterior regeneración, dependen mucho de la intensidad de la quema, probablemente más que del tipo de vegetación. Por las razones expuestas, no hay una estimación exacta del tiempo necesario para una regeneración completa de la composición de la vegetación después de una quema, pero sí hay indicaciones de que después de 20 años es notable que la vegetación todavía no es igual que la original (Keating, 1998; Quichimbo, et al., 2012).

d) Impacto de la ganadería

Cuando la ganadería se combina con la quema, los efectos de las dos se multiplican. Por la quema, la vegetación vieja desaparece y el suelo queda más descubierto y cuando el ganado es introducido después de la quema, consume los nuevos rebrotes frenando así la recuperación de la vegetación (Hofstede R. , 2001) (*Figura 1.10*).

El efecto del ganado, especialmente el abrir la vegetación con las pezuñas, es más grave en campos quemados que en áreas no quemadas donde es menos probable que una pezuña pase por la gruesa capa vegetal. También el efecto de ganadería y quema sobre la composición de la vegetación es más notable cuando vienen combinadas (Verweij, 1995; Hofstede, et al., 2014).

Los principales causantes del fuego son los ganaderos que quieren hierba más comestible y apetecible para su ganado.

Existe la práctica común entre los campesinos de quemar la vegetación alta para proveer al ganado con pastos más verdes y tiernos que crecen después, en realidad,

esto es solo un efecto visual y de disponibilidad, la vegetación no crece más rápido después de una quema, porque no existe un efecto de fertilización por las cenizas (Vargas et al., 2002; Hofstede, 2001).

El impacto de la ganadería sobre el páramo depende de muchos factores tales como: tipo de animal, carga animal, manejo ganadero y si el pastoreo está combinado con la quema o no; por eso es difícil hacer generalizaciones.

Sin embargo, hay dos componentes principales en la ganadería, que inciden grandemente en las propiedades del suelo:

- ✓ **El pastoreo** sobre el suelo es un efecto indirecto, por el daño que causa a la vegetación, desaparece la capa vegetal, tan importante para la protección del suelo contra la temperatura, vientos rayos solares etc.
- ✓ **El pisoteo** causa compactación por el peso de los animales, ya que el suelo del páramo, por su alto contenido de materia orgánica, es suelto y suave, y se deja compactar fácilmente. En un suelo más compacto hay menos espacio para el agua, por consiguiente un suelo compactado pierde su capacidad de infiltración.

Así, el ganado tiene un efecto indirecto sobre la hidrología: en áreas de pastoreo existe algo menos de capacidad de retención de agua, mientras que durante los aguaceros hay una posibilidad más alta de escorrentía superficial y erosión (Hofstede, 1995; Buytaert et al., 2006).



Figura 1.11. Ganado en el páramo, y humedales en el sector Sombrederas-Quimsacocha. Victoria del Portete.

e) Cambio climático

Como consecuencia del cambio climático a nivel mundial, es posible que existe un cambio en el régimen de lluvias de la región andina, consecuentemente también en los páramos, pero además hay otro efecto que tendrá un impacto mucho mayor en los servicios ambientales que provee el páramo como son la capacidad de almacenamiento y regulación del agua y el almacenamiento del C, por cuanto por efecto del aumento de la temperatura se reducirá la superficie del páramo, ya que es una condición indispensable la baja temperatura (De Bièvre, 2004).

1.3. FACTORES FORMADORES DEL SUELO

1.3.1. Geología, Geomorfología

El páramo es un ecosistema relativamente joven; puede considerarse el más reciente de los ecosistemas constituidos en el contexto de los Andes (Castaño, 2002).

Aunque el levantamiento de los Andes empezó desde hace 40 millones de años, fue recién en el Mioceno, hace unos 10 millones de años, que la Cordillera Andina empezó a tomar forma y diferentes macizos se conectaron entre sí. En el Plioceno, entre aproximadamente 5 y 2.5 millones de años, las cordilleras se levantaron hasta su altitud actual, con áreas relativamente extensas de vegetación abierta por encima de lo que era el límite altitudinal del bosque. Es decir, en este intervalo de tiempo se establecieron los páramos y también el bosque andino (Morales & Estévez, 2006).

La mayoría de extensión de los páramos se encuentran en Colombia y Ecuador, y se caracteriza por una fuerte actividad volcánica, cuyas cenizas son de composición andesítica a riodacítica y la cubierta base es compuesta por rocas sedimentarias y metamórficas (Podwojewski & Poulenard, 2000).

La geomorfología y los materiales bases de las partes norte y central de la sierra ecuatoriana se originaron en el volcanismo del Oligoceno. En la formación Tarqui al sur del Ecuador encontramos lavas acidas riolítica y dacítica. En el Plioceno se terminó el volcanismo con tobas, conglomerados y brechas de la formación Turi, al sur del Ecuador (Lips, 1998).

La geomorfología del páramo fue modelada por la extensión del glaciar, en sus diferentes etapas y periodos en altitudes superiores a 4000 m.s.n.m. con la formación de grandes valles en forma de “U”, lagos y relieves alisados (Podwojewski y Poulénard, 2000).

1.3.2. Clima

El clima juega un papel importantísimo en la formación de los suelos, donde la baja temperatura y las condiciones de humedad son las que determinan cómo evolucionan los mismos (Pourrut, 1994).

La temperatura es considerada el principal factor en la formación de los suelos ya que interfiere en aspectos como:

- a) La reducción de la actividad biológica, debido a las temperaturas bajas, en consecuencia, la mineralización de la materia orgánica disminuye, lo que resulta en una acumulación de la misma en grandes cantidades (Podwojewski & Poulénard, 2000).
- b) La baja temperatura reduce la velocidad de la meteorización de la roca madre en parte por una disminución en la actividad de bacterias que incrementan la alteración meteorológica (Podwojewski & Poulénard, 2000).

Por definición, los páramos tienen un clima frío y húmedo, con alta irradiación solar y nubosidad. Sin embargo, esto en realidad es una generalización porque las condiciones climáticas de los páramos son muy variadas, no sólo en cuanto a la distribución de la precipitación pluvial, sino también en relación con las variaciones de temperatura, luminosidad, duración del día de luz, humedad relativa y vientos (Rangel et al., 2013).

La variación de la temperatura media durante el año es mínima, pero la variación diaria es alta: diferencias de temperatura de más de 20 °C entre la noche y el día son comunes. Esto es lo que sucede en el páramo y por eso se dice que allí el régimen climático es “verano todos los días e invierno todas las noches” (Mena & Balsley, 1986; Luteyn J. L., 1999).

Contrariamente a la temperatura, la precipitación en los Andes no sigue un patrón lineal, sino que está determinada por la orografía y la influencia de los vientos

prevalecientes localmente, lo que determina su alta variabilidad temporal y espacial (Buytaert et al., 2010).

La circulación del aire en los Andes Tropicales está influenciada por la interacción de la Zona de Interconvergencia Tropical (ITCZ por sus siglas en inglés) con los factores locales orográficos que controlan el clima. Los vientos tropicales del este traen masas de aire húmedo desde la Amazonía que chocan con el piedemonte de la vertiente externa de los Andes orientales a lo largo del año (Vuille y Bradley, 2000; Vuille et al., 2003).

Por la gran altitud y ubicación ecuatorial, la irradiación solar en el páramo es de las más altas en el planeta. Los autores Caldwell y Robberecht (1980), identificaron un aumento de hasta 10 veces en radiación UV-B desde 70° de latitud norte hasta el páramo ecuatorial.

1.3.3. Organismos vivos

a) La vegetación

Las plantas de los páramos tienen una morfología y otras características anatómicas y fisiológicas típicas, entre las que son notorias la densa pubescencia y las hojas pequeñas, coriáceas y brillantes, que ayudan a la adaptación a las extremas condiciones de vida de las alturas como: sequedad, baja presión atmosférica, cambios extremos de temperatura, intensa radiación ultravioleta y los efectos de los vientos (Cuatrecasas, 1968; Körner & Larcher, 1987; Luteyn J. L., 1999)

La vegetación de los páramos tiene una morfología característica: rosetas gigantes y enanas, penachos de gramíneas, almohadillas, alfombras, arbustos enanos y postrados, son algunas formas de crecimiento de las plantas en esta zona (Mena & Balsley, 1986; Ramsay & Oxeley, 1997)

Algunas de las características que las protegen de las condiciones climáticas extremas también han servido para protegerlas del fuego que hoy forma parte del régimen de la mayoría de los páramos (Laegaard, 1992).

De tal manera podemos decir que la vegetación tiene una relación directa en la

formación del suelo del páramo, ya que interviene en procesos como: aceleración de la meteorización de la roca madre, aporte de materia orgánica, la acción de las raíces influye en la estructura y aireación del suelo, actúa como filtro natural de la radiación solar, retiene y regula el agua lluvia (Porta Casanellas, Reguerin, & Laburu, 2003).

b) La Edafo-fauna

En el proceso de formación del suelo sin duda, los organismos vivientes tienen un rol muy importante, aunque hay pocos estudios sobre este tema en el páramo, sin embargo podemos decir que por efecto de la baja temperatura, los procesos de mineralización y humificación donde intervienen estos organismos es muy baja, lo que favorece en cambio a la acumulación de la materia orgánica, que le da las características tan específicas al suelo de pajonal como es la acumulación de gran cantidad de agua (Cortes, 1994; Chamorro, 1989).

Entre los organismos más representativos que intervienen en la formación de los suelos tenemos *Enchytreidae*, *Lumbricidae*, *Collembola*, *Coleoptera*, *Díptera* y *Arachnida*.

La actividad antrópica juega en la actualidad un papel protagónico en la formación del suelo, ya que con sus diferentes actividades (quemadas, siembras, ganadería, silvicultura, minería, apertura de caminos etc.) inciden en el desarrollo de los organismos del suelo y por lo tanto inciden también en su proceso de formación.

1.4. SUELOS DE PÁRAMO

1.4.1. Suelo

La formación de los suelos de páramo solo se inicia 10000 años atrás, con la meteorización de la roca descubierta, por efecto de las últimas glaciaciones (Pleistoceno), cuando la totalidad de la extensión de páramo estuvo cubierta de hielo. En zonas donde existió volcanismo activo, el suelo tuvo que formarse con cenizas volcánicas de edad reciente (Winckell et al., 1991; PROMAS/IAMGOLD, 2009).

Además, por efecto de las bajas temperaturas, el proceso de formación de suelo es lento, razón por la cual, los suelos del páramo son, sin excepción, jóvenes

(Podwojewski & Poulénard, 2000)

La formación de los suelos depende principalmente de cuatro factores: el clima, la roca madre, la edad de los suelos y la vegetación, en nuestro país Ecuador existe una diferencia marcada entre los suelos del norte y sur justamente por el origen de la roca madre (Podwojewski & Poulénard, 2000).

Gran parte de los páramos, todo el centro y norte del Ecuador, el Macizo colombiano y toda la Cordillera Central colombiana, están ubicados sobre volcanes activos, por tanto, los suelos se desarrollaron a partir de la intemperización de cenizas volcánicas o Andosoles (Malagón y Pulido, 2000; Crespo, et al., 2014).

En las otras regiones de páramo, los suelos se formaron sobre rocas sedimentarias y metamórficas y sin cenizas. (Podwojewski & Poulénard, 2000; Llambí et al., 2013).

La vegetación es uno de los principales factores en la formación de los suelos, a través del proceso de acumulación de la materia orgánica, de esta forma se generan horizontes superficiales espesos de color negro o de tonos muy oscuros (Malagón & Pulido, 2000)

1.4.2. Andosoles

Son suelos que se desarrollan sobre las cenizas volcánicas y proviene de vocablo japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo (FAO, 2006), por el origen su alteración es muy rápida y conduce a la formación de complejos aluminio orgánicos y de minerales poco cristalizados como los alófanos y la imogolita (Buytaert, 2004; Rast, 1997).

Las propiedades morfológicas y físicas de los Andosoles están fuertemente relacionadas por el grado de meteorización y las condiciones climáticas (Buytaert, 2004; Buytaert et al., 2005)

Las propiedades ándicas pueden encontrarse en la superficie del suelo o en la parte subsuperficial, comúnmente apareciendo como capas. Los andosoles tienen cargas variables que dependen del pH (Buytaert et al., 2005).

La capacidad de intercambio catiónico es función del pH del suelo. Cuando el suelo pierde sus cationes, su pH y su capacidad de retención de cationes baja al igual que su capacidad de retención aniónica se incrementa (Buytaert et al., 2005).

1.4.3. Histosoles

Estos suelos se caracterizan por ser extremadamente orgánicos, y turbosos, presentes en los suelos anegados o pantanosos, viene del griego *histos*, tejido (FAO, 2006) (*Figura 1.11*).

Los Histosoles se desarrollan predominantemente en musgo de turba en la región boreal, ártica y subártica, turba de pantanos, turba de bosque en regiones templadas, turba de manglares y turba de bosque de pantano en los trópicos húmedos (Rast, 1997).

Los Histosoles se encuentran en todas las altitudes, pero la gran mayoría ocurren en tierras bajas, aunque hay lugares como cuencas, hondonadas, depresiones pobremente drenadas, pantanos y marismas con agua freática somera, y áreas de tierras altas con una alta relación de precipitación– evapotranspiración (FAO, 2006).

La mineralización y la transformación de restos vegetales a través de la desintegración bioquímica es bien pobre, la formación de sustancias húmicas crea una capa superficial de moho con o sin saturación. El material orgánico resultante se acumula en capas más profundas, por percolación al suelo (FAO, 2006).

Los Histosoles, al igual que los Andosoles, tienen una extraordinaria capacidad para retener agua y una baja densidad aparente (Buytaert, 2004).

Son frecuentes en zonas casi constantemente saturadas en donde las condiciones (bajas temperaturas, acidez) favorecen la acumulación de materia orgánica, poseen propiedades físicas, químicas y mecánicas que difieren enormemente de suelos minerales (FAO, 2006)



Figura 1.12. Perfil de suelo (Histosol), de un potrero de pajonal

CAPÍTULO DOS

METODOLOGÍA

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1. Ubicación Geográfica y Político – Administrativa

El presente estudio se realizó en el páramo de la comunidad de Duraznos, en la microcuenca del río Iruquis, perteneciente a la parroquia Victoria del Portete, el sitio de estudio está ubicado aproximadamente a 30 km, al sudoeste de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay (*Figura 1*). A una altitud de 3.300 y 3.500 m.s.n.m. en las siguientes coordenadas UTM: 703635 E, 9659060 S.

Este ecosistema está constituido por un gran mayoría por pajonal, con pequeños remanentes de vegetación secundaria, bosques de pino y *Polylepis*, dispuestos en parches discontinuos (Verdugo, 2006; PROMAS/IAMGOLD, 2009).

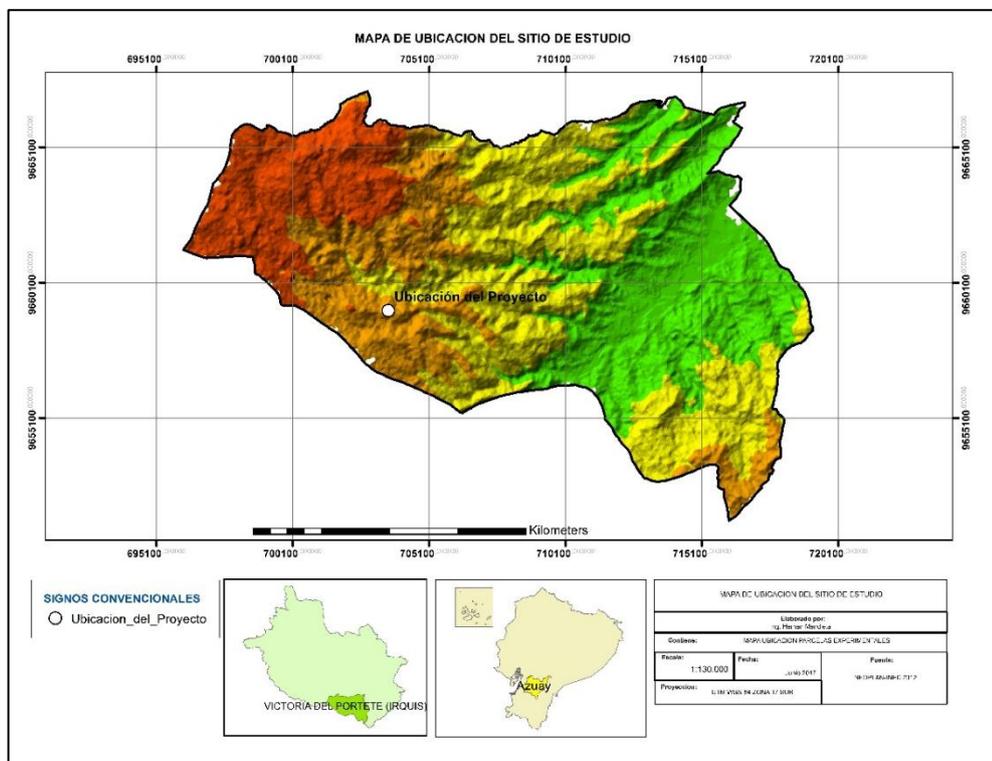


Figura 2.1. Mapa parroquia Victoria del Portete, Azuay-Ecuador

2.1.2. Aspectos Biofísicos

a) Clima

La microcuenca del río Iruquis y Portete pertenece a la clasificación ecológica de páramo húmedo (Cañadas, 1983), con una precipitación media anual de 900 a 1600 mm, con un 10% de las lluvias que registran una intensidad superior a 10 mm h^{-1} (Buytaert et al., 2006). La humedad relativa promedio mensual es de 90% (Biévre, Iñiguez, & Buytaert, 2006; PROMAS/IAMGOLD, 2009).

b) Geología

En la zona de estudio existen varias formaciones geológicas, donde predominan:

Formación Tarqui: que corresponde a una secuencia gruesa ($>1000 \text{ m}$) de tobas, aglomerados, materiales piroclásticos y pocas lavas, la mayoría de composición riolítica a dacítica, la que aflora principalmente en la Provincia del Azuay que se extiende desde la región de Saraguro hasta Azogues (PROMAS/IAMGOLD, 2009).

Formación Turi: Está presente al Norte del Sistema de fallas Girón y al Este del Cinturón Gañarín. La geometría del afloramiento es radial, con desniveles suaves hacia el Sur y el Este, desde la caldera del Quimsacocha, que demuestra una edad del Mioceno Tardío. En las comunidades de Gualay y Durazos existe la falla Geológica de Girón (Pratt et al., 1997; PROMAS/IAMGOLD, 2009).

Formación Quimsacocha: Corona la Formación Turi alrededor de la caldera de Quimsacocha, que comprende una secuencia de lavas y tobas-brechas de flujo de y composición andesítica con buzamientos suaves. La edad es incierta, pero podría ser Mioceno Tardío o más joven (Pratt et al., 1997; PROMAS/IAMGOLD, 2009). (Pratt, Figueroa, & Flores, 1997)

Existe también colinas altas, con una topografía colinada arrugada con una diferencia de altura relativa de 75-200 m, con una pendiente de 14-20 %, con una extensión de 9187.07 Ha, que equivale al 57.01 % del territorio de la parroquia (MAE, 2012).

Geomorfológicamente el relieve de Victoria del Portete está definido por sus ríos los mismos que han originado la formación de valles como son: “el Valle del Portete, Valle de Irquis, Valle del Callejón y el Valle de San Agustín. (PDOT, Victoria del Portete, 2015; PROMAS/IAMGOLD, 2009).

c) Suelos

Los suelos más comunes en el páramo de Quimsacocha y en nuestro lugar de estudio son los Andosoles e Histosoles (PROMAS/IAMGOLD, 2009; Crespo, et al., 2014).

Los Histosoles, al igual que los Andosoles, se caracterizan por su capacidad para retener agua y una baja densidad aparente, son suelos ácidos, en donde la baja temperatura y acidez favorecen la acumulación de materia orgánica, más de 40 cm de profundidad, poseen propiedades físicas, químicas y mecánicas que difieren enormemente de suelos minerales (WRB, 2006).

d) Biodiversidad

La vegetación dominante pertenece a la familia *Poaceae* de los géneros *Calamagrostis intermedia* y *Festuca sp.*, y almohadillas del género *Azorella pedunculata* también existen parches de bosques de *Polylepis incana* y *Polylepis reticulata* y en las partes altas de la microcuenca a lo largo de las riveras de los ríos hay fragmentos de bosque siempre verde montano alto, entre las especies predominantes del bosque se encuentran: *Weinmannia sp*, *Hedyosmum cumbalense* y *Miconia tinifolia*, entre otras (UDA, 2008) .



Figura 2.2. Fauna del páramo (*Odocoileus peruvianus*) y pajonal (*Calamagrostis intermedia* y *Festuca* sp.)

De acuerdo a estudios de la Universidad del Azuay (UDA, 2008) en la zona del páramo Quimsacocha se han registrado: el venado de cola blanca *Odocoileus peruvianus* (Figura 2.2), el ratón campestre delicado *Akodon mollis* y el zorrillo *Conepatus semistriatus*.

También se han detectado especies no comunes: el lobo de páramo *Licalopex culpaeux*, la zarigüeya andina *Didelphis pernigra*, la musaraña de orejas cortas *Cryptotis montivaga*, el ratón andino de Thomas *Thomasomys baeops*, y el ratón arrocero andino *Phyllotis andium*, y especies como la guanta andina *Cuniculus taczanowskii*, el puma *Puma concolor* y el venado colorado enano *Mazama rufina* (UDA, 2008).

En cuanto a anfibios estos prefieren los hábitats de pajonal y humedal, encontrándose la mayoría de especies en los mismos, por otro lado, especies como la rana marsupial *Gastrotheca pseustes* y el jambato *Atelopus exiguus*, prefieren situarse en lugares cercanos al agua (UDA, 2008).

2.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo (quema y muestreo del suelo) se lo realizó de acuerdo al siguiente esquema: (Figura 2.3).

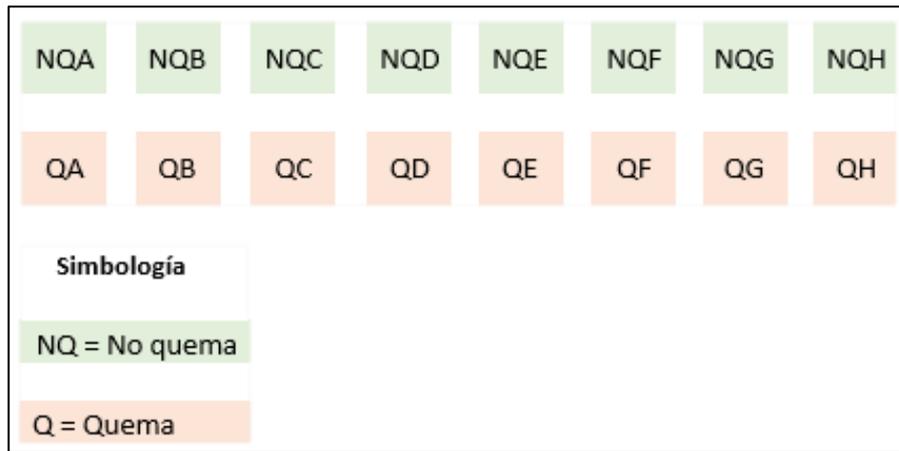


Figura 2.3. Esquema de las 16 parcelas experimentales

Para definir el lugar de estudio se tomaron en cuenta la historia de quemas del sector, mediante encuestas verbales a pobladores de la comunidad y por observaciones del autor de este trabajo, como también que las parcelas disten cada uno de al menos 100-150 m., que la vegetación predominante sea exclusivamente pajonal y que tenga una pendiente moderada de 20-25%. (Figura 2.4).

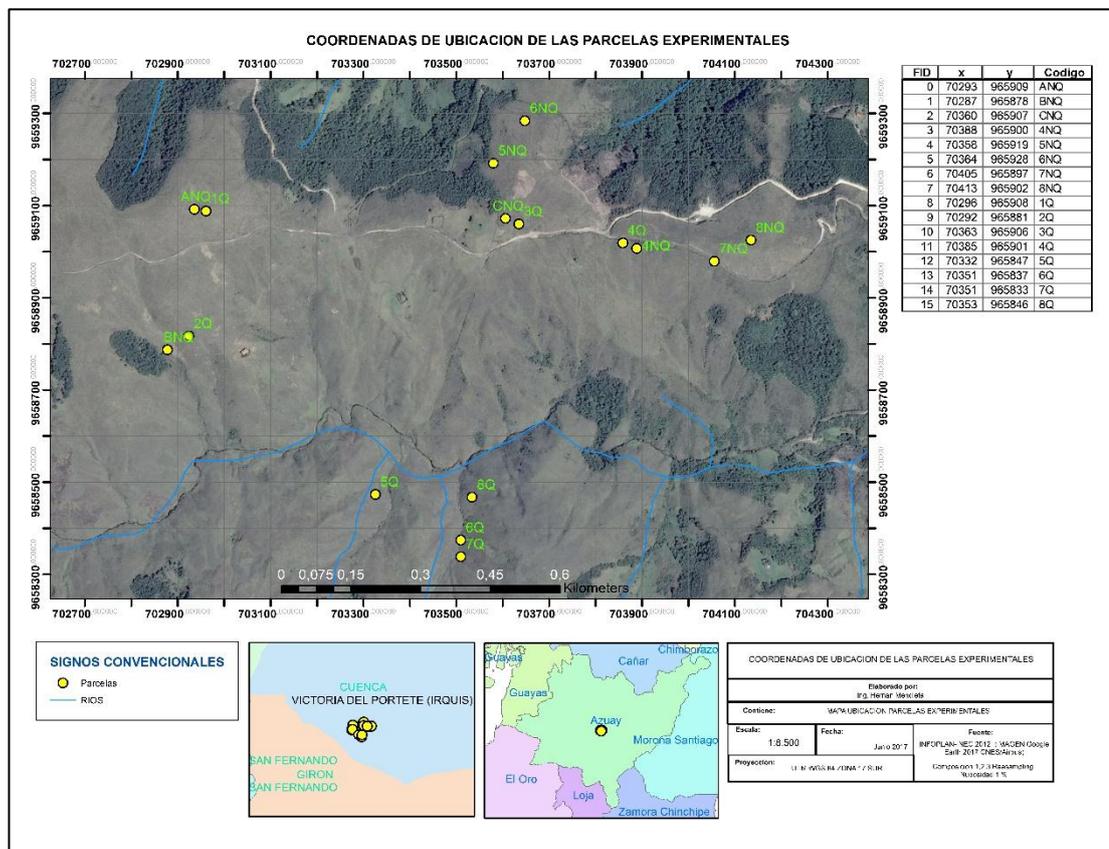


Figura 1.4. Ubicación de las parcelas experimentales. Victoria del Portete

Se provocaron quemas controladas, en el mes de julio (época seca) con apoyo de pobladores del sector, que con machete y palas controlaban el fuego que no se propague (*Figura 2.5*).



Figura 2.5. Quema controlada de pajonal

Se trazaron 16 parcelas de 225 m² cada una, en lugares diferentes, que son representativas del área total a estudiar, cuatro en sitios con quema controlada, cuatro en sitios quemados sin control en un área aproximado de 20-30 ha, (Observación personal del autor) y ocho en sitios no quemados (*figura 2.6*).



Figura 2.6. Quema no controlada, septiembre 2016, sector de Sombrederas, Victoria del Portete

Los muestreos de la vegetación se realizaron después de seis meses de la quema, en el mes de diciembre, únicamente en cuatro parcelas quemadas y cuatro no quemadas, por no tener acceso a los terrenos quemados por los campesinos.

2.3. Descripción Metodológica

Se tomaron las muestras de suelo en el mes de julio, y de la vegetación en el mes de diciembre de acuerdo al diseño experimental previamente establecido (*Figura 2.7*).

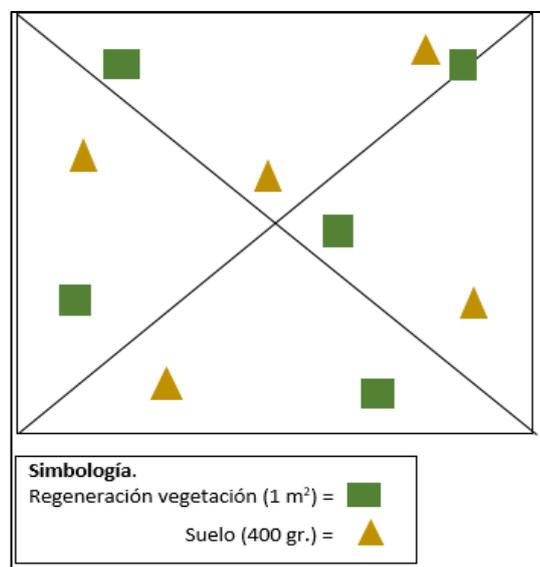


Figura 2.7. Esquema de muestreo de una parcela

2.3.1. Muestreo de suelo

Para los análisis químicos, se tomaron muestras de suelo, a razón de 500 g/parcela, resultantes de la combinación de cinco sub-muestras colectadas a 10-15 cm de profundidad, retirando previamente la capa vegetal. Las muestras se secaron previo al envío para el laboratorio, en un lugar fresco y sombreado, se colocó las muestras en fundas plásticas herméticas con su respectiva etiqueta. (*Figura 2.8*).



Figura 2.8. Muestreo de suelo en sitio quemado. Muestras de suelo

El análisis físico-químico de las muestras se realizó en los laboratorios de manejo de suelos y aguas, de la Estación Experimental del Austro (INIAP, 2016).

2.3.2. Muestreo de la vegetación

Para estudiar la regeneración y cobertura de la vegetación del páramo se recomienda usar el método aleatorio simple de micro cuadrantes (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Se usaron cinco micro-cuadrantes de 1 m² cada uno, dentro de cada parcela. Se tomaron muestras para el herbario, y en lo posible se registró los diferentes individuos presentes a nivel de género y especie.

Para determinar la cobertura se usó criterios de estimación visual de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de área cubierta por vegetación.

La clasificación taxonómica de cada muestra fue realizada en el Herbario Azuay de la Universidad del Azuay-UDA (*Figura 2.9*).



Figura 2.9. Sitio de la quema después de seis meses. Muestreo de la vegetación.

2.3.3. Trabajo de laboratorio

En el laboratorio de la INIAP se determinaron los siguientes parámetros:

- pH. (Método de potenciómetro solución suelo-agua 1:2,5)
- Materia orgánica (M.O.) (Método por ignición a 550⁰ C.)
- Conductividad Eléctrica (C.E.) (Método de extracto de pasta saturada, agua)
- N y P (Método de Colorimetría)
- K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn (Método de Absorción Atómica)

2.3.4. Análisis estadístico

Para el análisis de las variables investigadas en este estudio del suelo, se usó el método de ANDEVA (ANOVA en inglés), y cuando los datos no mostraban normalidad se usó el método ANDEVA (ANOVA en inglés) de un factor, en rangos, para todas las variables del suelo se aplicó un test de contraste (Tukey).

CAPÍTULO TRES

RESULTADOS

3.1. Suelo

Tabla 3.1. Resultado del análisis físico-químico de las muestras de suelo quemado y no quemado

		pH	RpH	mg/kg		cmol/kg			mg/kg			%	dS/m	
				N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	M.O.	C.E.
NQ	media	4.4	12.4	103.7	57.4	0.3	2.8	0.8	6.8	4.6	778.8	19.8	27.8	0.2
	c.v.	1.7	0.0	17.9	34.1	14.2	19.2	20.2	13.1	25.7	49.3	101.9	25.1	35.6
Q	media	4.1	4.6	121.0	66.2	0.3	2.7	0.8	6.7	4.6	813.8	15.9	25.5	0.3
	c.v.	4.4	0.1	41.8	20.8	27.3	17.2	17.9	15.0	30.4	41.4	66.6	20.4	142.5

El análisis estadístico ANDEVA (ANOVA) de las variables (*Tabla 3.1*), presentó los siguientes resultados:

Existe una diferencia significativa solamente para la variable de RpH en el sitio quema, es más ácido (Q), de igual manera la conductividad eléctrica fue mayor en el sitio quema, aunque no significativa (*Figura 3.1*).

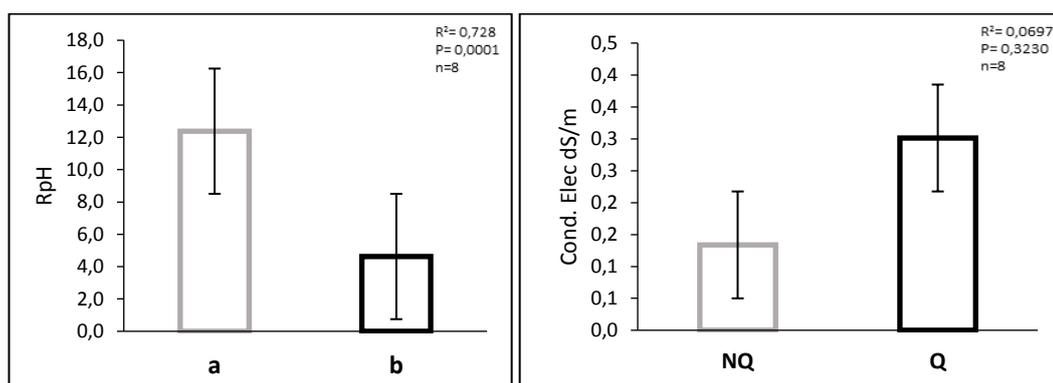


Figura 3.1. Comparación del RpH y conductividad eléctrica de suelo en los dos sitios de muestreo. (a=No quema, b=Quema; NQ=No quema, Q=Quema)

Las variables de N y P fueron mayores en el sitio quema, aunque estadísticamente no fueron significativas. El porcentaje de la M.O., fue mayor en el sitio no quema, aunque no significativa. (Figura 3.2).

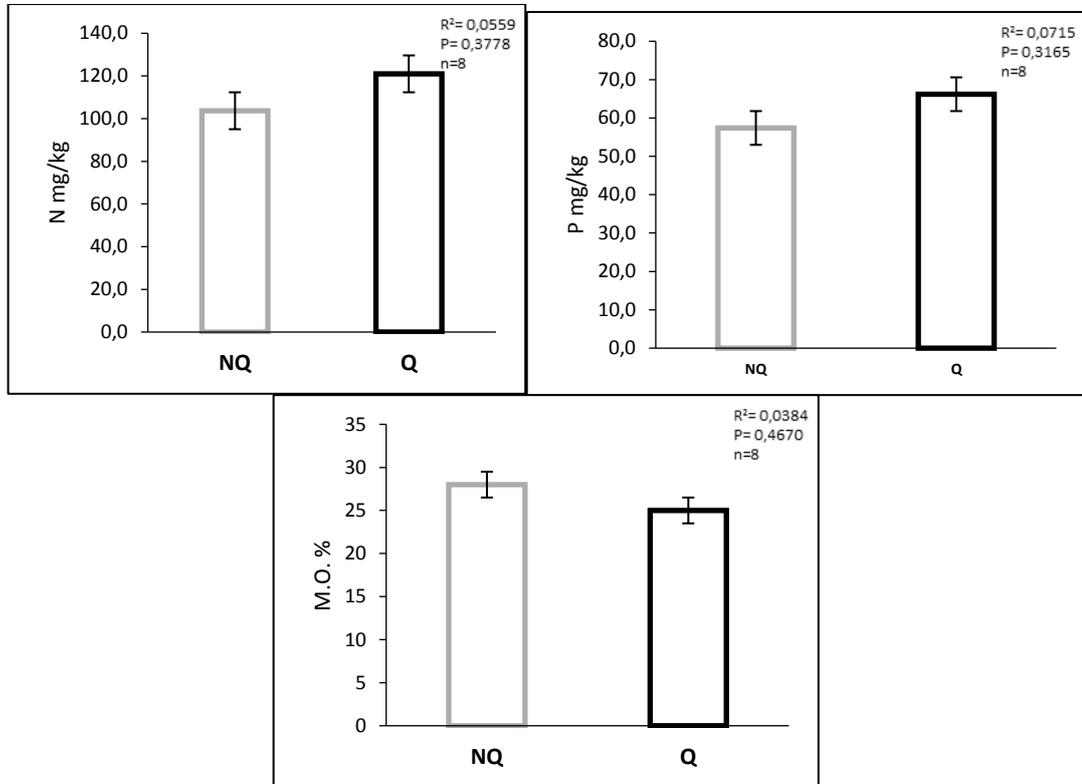
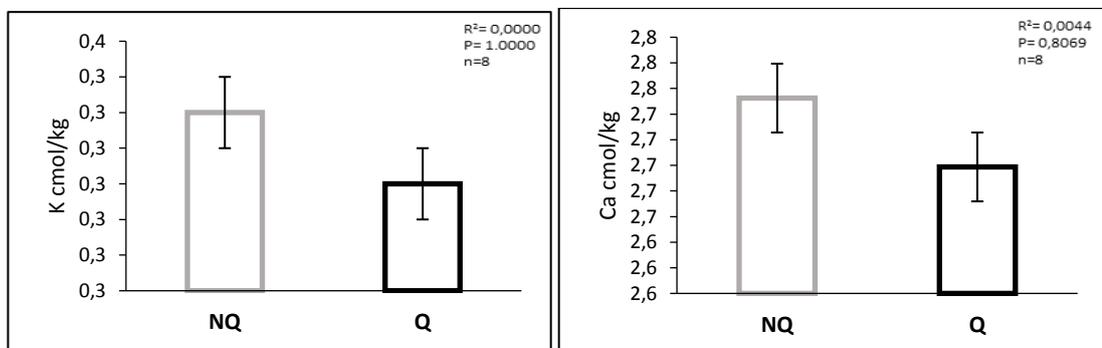


Figura 3.2. Comparación de N, P y M.O del suelo en los dos sitios de muestreo (NQ=No quema, Q=Quema)

Los valores estadísticos de K, Ca, Mn y Zn, fueron mayores en el sitio no quema, aunque no significativo (Figura 3.3), en cambio las variables de Fe y Mg fueron mayores en el sitio quema (Figura 3.4).



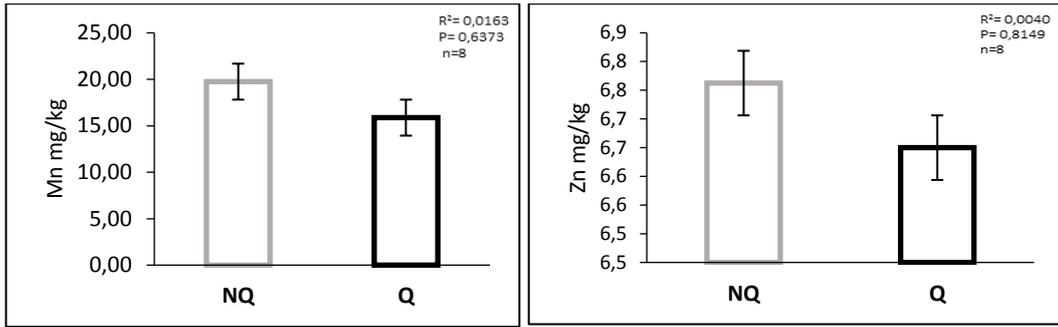


Figura 3.3. Comparación de K, Ca, Mn y Zn, en los dos sitios de muestreo

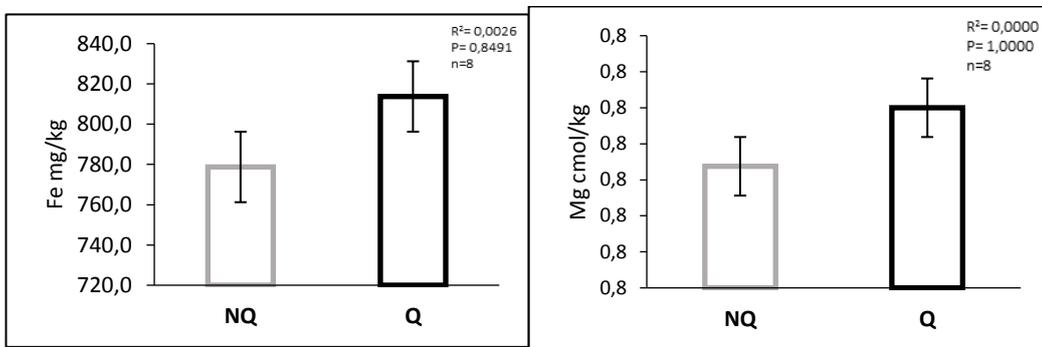


Figura 3.4. Comparación del Fe y Mg, en los dos sitios de muestreo

La variable de Cu fue similar en los dos sitios de estudio quemado y no quemado (Figura 3.5)

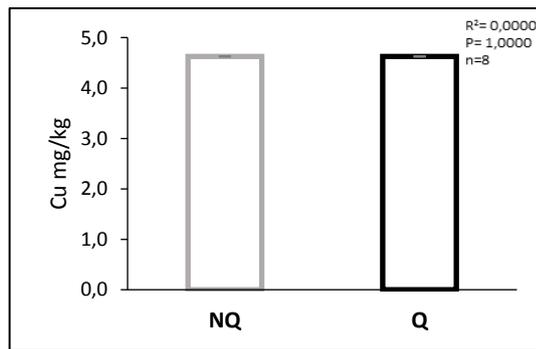


Figura 3.5. Comparación del Cu, en los dos sitios de muestreo

3.2 Vegetación

El estudio presentó un total de 39 especies pertenecientes a 21 familias donde 8 especies son exclusivas del sitio no quema (NQ) y 8 especies exclusivas del sitio quema (Q), 23 especies se encontraron en los dos sitios de estudio (*Tabla 3.2*).

De acuerdo al estudio las familias con mayor presencia de especies en los sitios de estudio fueron *Asteraceae*, *Gentianaceae* y *Poaceae*, el número de especies fue de 182 en no quema (NQ) y 118 especies en quema (Q) (*Tabla 3.2*).

En el caso de la forma de vida de algunas especies, lo que predomina son las hierbas en comparación con los arbustos y en cuanto a las estrategias de sobrevivencia tenemos el sistema de yemas apicales y subterráneas como las más predominantes (*Tabla 3.2*).

En los resultados se puede observar, cuatro especies de mayor constancia que se encuentran comunes en los sitios de estudio; *Paspalum bonplandianum*, y *Calamagrostis intermedia*, *Orthrosanthus chimboracensis* (Kunth) *Halenia minima* C.K. Allen Bakery y mientras que *Rhynchospora vulcani* Boeckeler *Elaphoglossum lasioglottis* Mickel, se encontró solamente en el sitio no quema, las especies *Agrostis perennans* (Walter) Tuck., y *Geranium diffusum* Kunth se encontraron solamente en el sitio quema (*Tabla 3.2*).

Se encontraron ocho especies pioneras después de la quema y la familia con más números de registros fue *Poaceae* (*Tabla 3.2*).

Los géneros con mayor número de registros fue: *Eryngium humile*, *Uncinia tenuis*, *Gentiana sedifolia*, *Halenia minima*, *Gentiana sedifolia*, *Geranium diffusum*, *Orthrosanthus chimboracensis*, *Brachyotum jamesonii*, *Agrostis perennans*, *Calamagrostis intermedia*, *Festuca subulifolia*, *Paspalum bonplandianum*, *Galium canescens* y *Scrophulariaceae sp1* (*Tabla 3.2*).

Tabla 3.2: Registro de especies en los dos sitios de muestreo

Taxón	Morfoespecie	Presencia/ Ausencia		Cantidad (individuos)		Forma de vida	Estrategias/ sobrevivencia
		NQ	Q	NQ	Q		
Apiaceae	<i>Azorella biloba</i> (Schldl.) Wedd	1	1	14	4	hierba- roseta	yema apical
	<i>Eryngium humile</i> Cav.	1	1	3	8	hierba- roseta	yema apical
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	1	1	5	1	arbusto	esqueje
	<i>Bidens andicola</i> Kunth	1	1	2	1		
	<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd	0	1	0	1		
	* <i>Gamochoaeta americana</i>	1	1	1	1		
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	1	1	16	2	hierba- roseta	yema apical
	<i>Lasiocephalus lingulatus</i> Schldl.	1	1	1	1		
	<i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.	1	1	1	1		
Caryophyllaceae	<i>Cerastium floccosum</i> Benth.	0	1	0	2		
Cyperaceae	* <i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	1	1	5	11	hierba	yema subterránea
	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	1	0	5	0		
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum lasioglottis</i> Mickel	1	0	6	0		
Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) Sleumer	1	1	10	5	arbusto	yema subterránea
Fabaceae	<i>Lupinus microphyllus</i> Desr.	0	1	0	1	hierba	semilla
Gentianaceae	<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris	1	1	5	2		
	* <i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	1	1	5	5	hierba	yema subterránea
	<i>Gentianella</i> sp1	1	0	2	0		
	* <i>Halenia minima</i> C.K. Allen	1	1	10	7	hierba	yema subterránea
Geraniaceae	<i>Geranium diffusum</i> Kunth	0	1	0	3		
	<i>Geranium sibbaldoides</i> Benth. Subsp. Sibbaldoides	1	0	2	0		
	<i>Geranium multipartitum</i> Benth.	1	0	1	0		
Hypericaceae	<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	1	1	5	3	arbusto	esqueje
Iridaceae	<i>Orthosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	1	1	15	7	hierba	yema subterránea
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze; N.v.	1	0	3	0		
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	1	1	5	1	hierba	yema subterránea
Melastomataceae	<i>Brachyotum jamesonii</i> Triana	0	1	0	1	arbusto	yema subterránea
Oxalidaceae	<i>Oxalis phaeotricha</i>	1	1	2	1		
Protaceae	<i>Lomatia hirsuta</i>	1	0	1	0		
Poaceae	* <i>Agrostis perennans</i> (Walter) Tuck.	0	1	0	4		
	* <i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	1	1	23	19	macollas	yema apical
	<i>Festuca subulifolia</i> Benth.	0	1	0	1		
	* <i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge	1	1	14	13		
Polypodiaceae	<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. Ex Sw.) A.R.Sm.& R.C. Moran	1	0	1	0		
Pteridaceae	<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	1	1	3	2		
Rubiaceae	* <i>Galium canescens</i> Kunth	1	1	1	4		
	<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	1	1	10	3		
Scrophulariaceae	Scrophulariaceae sp1	0	1	0	2	hierba	yema subterránea
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	1	1	5	1	arbusto	yema subterránea
Total	21	39	31	31	182	118	

*Especies pioneras en el sitio quema

De acuerdo los datos obtenidos se establece que la riqueza de especies es similar en los dos sitios: 31 especies, sin embargo la abundancia en el sitio no quema (NQ) es mayor (182 especies) que el sitio quema (118 especies) (*Figura 3.9*).

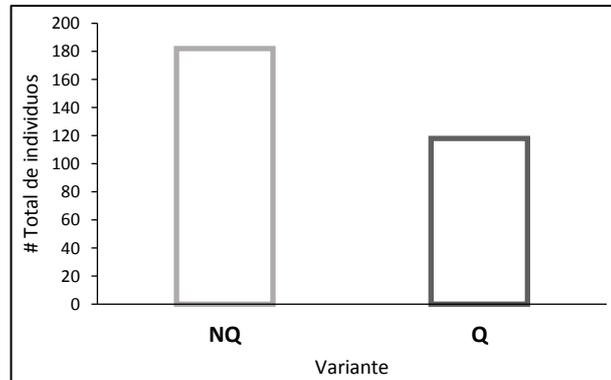


Figura 3.6. Comparación de la abundancia entre sitio no quema (NQ) y quema (Q)

Nuestros resultados, demuestran que después de seis meses de la quema, la vegetación se recupera en un 62.5% (*Figura 3.7*).

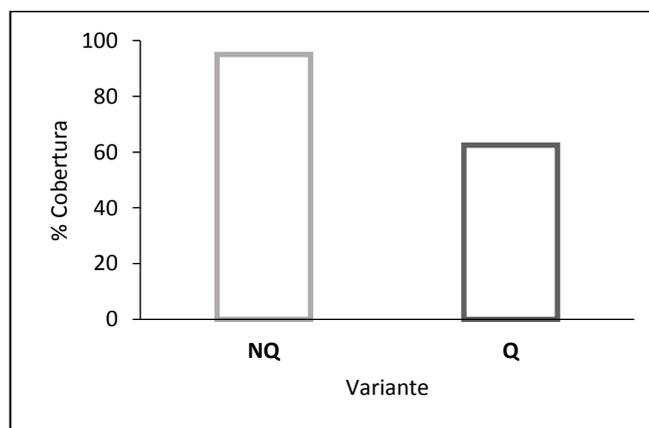


Figura 3.7. Comparación de la cobertura en los dos sitios de estudio después de seis meses de la quema

CAPÍTULO CUATRO

DISCUSIÓN

4.1. Suelo

De acuerdo a estudios realizados por varias instituciones, los suelos de los páramos de la región sur del Ecuador están clasificados como Andosoles no Alofánicos, muy orgánicos y con características ándicas bien definidas (MAE, 2012; PROMAS/IAMGOLD, 2009).

Posiblemente los suelos se desarrollaron sobre cenizas volcánicas provenientes de los volcanes del norte. Como se sabe, la característica principal de estos suelos es su alta retención y regulación del agua, como también la fijación del carbono atmosférico, comparado con otros Andosoles. En condiciones de bajo pH, la capacidad de intercambio catiónico es pequeña.

El efecto de la quema en los sitios de estudio, luego de analizar los datos, mostró que las variables físico-químicas en el sitio de no quema fueron estadísticamente mayores a las del sitio de quema, con excepción del pH, los cuales son analizados a continuación:

En el sitio quema, el pH se ve afectado temporalmente, se registra una acidificación, lo que conduce a una elevación del contenido del NH_4 . En suelos ácidos se favorece la amonificación y se inhibe a la nitrificación, porque los nitrificantes autótrofos se desarrollan óptimamente en suelos básicos, y reduce la capacidad efectiva de intercambio catiónico (CEIC), por la alta selectividad del ión H (Suarez R & Medina, 2001; Chacón et al., 2003).

Se observa que el pH es más bajo después de la quema, posiblemente debido a la variabilidad de cargas y materiales amorfos del suelo, o por la influencia de distintas

coberturas vegetales que pueden modificar el pH a través del efecto específico de su materia orgánica depositada en el suelo (Suarez & Medina, 2001).

Los valores altos de Fósforo encontrados en los sitios de estudio, tanto en el de no quema como en el de quema, se deben al porcentaje alto de materia orgánica que poseen los páramos, y que contribuyen altamente en aportación de *P* al suelo (Proulx 1999), aunque también podría ser el resultado del aporte temporal de los nutrientes de las cenizas (Quichimbo, et al., 2012; Suarez R & Medina, 2001).

Así mismo se encontraron valores altos de *Fe* y *Mn*, posiblemente debido al origen alcalino de la roca madre, propios de la región donde se realizó el estudio (Proulx 1999; Chacón et al 2003).

La quema tiene una incidencia directa en el contenido de Materia Orgánica, siendo menor en el sitio de quema, lo que afecta en la capacidad de retención del agua, que sumados a las cenizas como producto de la quema determinan que el suelo tenga propiedades hidrofóbicas (Podwojewski y Poulenard 2000).

Según estudios realizados por Fassbender y Bornemisza (1994) se estableció que los cationes de P, K, Ca, Y Mg, se concentran en las cenizas después de una quema, estas a su vez se concentran en el suelo y reaccionan con el agua, aumentando así su disponibilidad para las plantas, pero al mismo tiempo son susceptibles al lavado y pérdida en el suelo de los mismos y como consecuencia tenemos cambios en el pH del suelo.

Las concentraciones de N, P y Fe fueron mayores en el sitio quema, aunque estadísticamente no son significativos. La disponibilidad de Fe es favorecida por la reducción del pH (Fassbender & Bornemisza, 1994). Los valores de K, Mg y Cu fueron similares en los dos sitios de estudio

La concentración de K en los dos sitios de estudio fue baja, posiblemente debido a la capacidad de fijación mínima de los minerales arcillosos del suelo, aunque se encuentra dentro del rango normal para estos suelos de clima húmedo y frío (Jackson, 1982; Primo y Carrasco, 1973). En climas lluviosos y con baja CEIC, en andosoles no alofánicos como en nuestro estudio las pérdidas del K por lixiviación y erosión son grandes (Primo & Carrasco, 1973).

4.2. Vegetación

En un ecosistema de pajonal los géneros predominantes son *Calamagrostis* y *Festuca* (Laegard, 1992), por lo tanto la regeneración y la cobertura tienen una relación directa con la presencia de estas especies. Después de la quema, como efecto inmediato, se produce una eliminación drástica de la cobertura vegetal, aunque se registró que, después de seis meses la vegetación se recuperó en gran medida (62.5%) (Figura 3.7).

Sin embargo esta recuperación no significa que después de la quema el área sea más productiva, por cuanto el ecosistema de pajonal requiere de varios años para recuperarse (Hofstede, 2001).

Nuestro estudio se centró en un momento dado, como si fuera una fotografía del momento (seis meses después de la quema), en donde se observó que la riqueza en el sitio de no quema y de quema fue similar, posiblemente por la gran capacidad de regeneración y modos de sobrevivencia de las diferentes especies especialmente de la Familia *Asteraceae*, *Gentianaceae* y *Poaceae*. La cobertura en el sitio quema en el momento de nuestro estudio fue de 62.5%, lo que indica la gran capacidad de regeneración que tiene el pajonal.

El estudio de la riqueza, presentó un total de 39 especies, pertenecientes a 21 familias (Tabla 3.2). Las familias con mayor número especies son *Asteraceae*, *Gentianaceae*, *Geraniaceae*, *Poaceae* y *Rubiaceae*.

El número de especies en el sitio de no quema (NQ) fue de 31, similar al sitio de quema (Tabla 3.2). En el sitio de quema se observaron algunas especies que no poseen adaptaciones para sobrevivir al fuego como por ejemplo *Rhinchospora vulcani* Boeckeler., por tanto, su presencia se debe a la ausencia de quemaduras.

Después de la quema, el espacio disponible es aprovechado por las especies pioneras nativas del páramo por ejemplo *Calamagrostis* y *Festuca*, que debido a sus adaptaciones para soportar las quemaduras, las macollas de paja por ejemplo responden al fuego con las pérdidas de las coronas y su rápida regeneración se debe a la presencia de yemas subterráneas y sistemas radiculares (Laegard, 1992).

La riqueza en el sitio sin quema fue significativamente mayor (182 especies) que el sitio de quema (118 especies) (*Tabla 3.2*), donde predomina las especies herbáceas como *Calamagrostis* y *Festuca*.

La adaptación de sobrevivencia más común en este estudio es la protección de yemas subterráneas y apicales (*tabla 3.2*) (Laegaard, 1992). La sobrevivencia por yemas apicales se presentó en las especies *Hypochaeris*, *Calamagrostis*, *Festuca*, y por yemas subterráneas fueron *Uncinia*, *Gentiana sedifolia*, *Halenia minima*, *Orthrosantuss*, *Lycopodium* y *Brachiotum*. Finalmente, en cuanto a la sobrevivencia por esquejes se encontró en los dos sitios de estudio a la especie *Hypericum decandrum*.

CONCLUSIONES

Aunque la práctica de la quema de los pajonales es tan antigua, poco se ha investigado. El aporte de este estudio fue conocer algunos cambios en las propiedades físico-químicas del suelo como también los cambios que se producen en la flora.

Según los resultados obtenidos se puede observar que existen cambios en la dinámica de la relación del suelo con la vegetación por efecto de la quema. Sin embargo, no se puede aseverar que los efectos de la quema produzcan efectos negativos permanentes, ya que ciertos indicadores van a reestablecerse y recuperarse con el paso del tiempo, como por ejemplo el pH, M.O., cobertura y la biomasa.

La riqueza y la abundancia del sitio de quema, en el momento del estudio se notó una cierta recuperación de las especies, sin embargo, no significa que se haya recuperado todas las características de la vegetación paramera, ya que se necesita más tiempo (8-10 años) para que esto suceda (Hofstede, 2001).

RECOMENDACIONES

Recomendaciones para el uso del páramo en la Parroquia Victoria del Portete, con relación a las quemas.

Los datos de este estudio, más los aportes de futuras investigaciones, podrían sistematizarse en un mapa de zonificación y frecuencia de las quemas, para que sirva como una herramienta de trabajo, para la planificación del futuro uso del pajonal.

Se recomienda registrar los lugares, la intensidad y el área total de las quemas, por cuanto en el lugar de nuestro estudio es muy frecuente la quema, cada año queman el mismo lugar, lo que contribuye a la degradación irreparable del suelo. Para conseguir la recuperación del páramo, luego de la quema, se requieren periodos de al menos 10-20 años (Keating, 1998)

Los efectos negativos de la quema se ven aumentados cuando se combinan con el pastoreo de ganado, lo que origina que la vegetación no se recupere y el suelo se compacte, y como resultado tenemos que el suelo pierde cada vez su capacidad de retención del agua, que afecta a la cantidad de agua que alimentan a los ríos de esa zona, tal es el caso del río Portete y el río del Chorro de Girón.

Se sugiere realizar quemas controladas, como el caso de este estudio, para estudiar las variables físico-químicas del suelo y la vegetación, como también su desarrollo a través del tiempo.

Impulsar talleres de información y concientización con los usuarios directos del páramo, de los efectos negativos de la quema frecuente, en el suelo y la vegetación y al mismo tiempo proponer soluciones concretas para evitar estas prácticas de quemaganado en el páramo de pajonal.

Promover una campaña de concientización a nivel de las ciudades, de la importancia de la conservación del páramo, especialmente ahora que está de moda los deportes extremos (4x4, motos, cuadrones, etc.), ya que se ha observado el profundo impacto negativo sobre el suelo, la vegetación y la fauna causados por esta actividad.

Recomendaciones para las actividades de campo y laboratorio.

Se recomienda realizar un sondeo previo, de los propietarios de los lugares a estudiar, por cuanto los pobladores especialmente del páramo son gente humilde pero recelosa de cualquier actividad extraña, ya que enseguida lo relacionan con la minería.

Determinar con anticipación el laboratorio, donde se va a realizar los análisis, como también de su capacidad y que tipo de pueden realizar.

Bibliografía

- Acosta, M. (1984). *Los páramos andinos del Ecuador*. Quito: Abya Yala.
- Beltran, K. S., Salgado, F., Cuesta, S., Leon-Yanez, K., Romoleroux, E., Ortiz, A., . . . Velastegui. (2009). *Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Paramos en Ecuador*. Obtenido de ecociencia.org: <http://ecociencia.org/>
- Bièvre, B., Iñiguez, V., & Buytaert, W. (2006). *Páramo*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2016, de www.páramo.be/pubs/ES/Hidropáramo.pdf
- Bristow, C., & Hoffstetter, R. (1977). *Lexique Stratigraphique International*. Second Edition.
- Buytaert, W. (2004). *The Properties of the soils of the South Ecuadorian páramo and the impact of land use changes on their hydrology*. University Leuven, Leuven.
- Buytaert, W., Célleri, R., Bièvre, & Cisneros, F. (2010). *Hidrología del páramo andino: propiedades, importancia y vulnerabilidad*. Obtenido de ftp://ftp.ciat.cgiar.org/.../HIDROLOGIA_DEL_PARAMO: http://ftp.ciat.cgiar.org/.../HIDROLOGIA_DEL_PARAMO
- Buytaert, W., Iñiguez, V., & Bièvre. (2007). *The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo*.
- Buytaert, W., Vuille, M., Dewulf, A., Karmalkar, A., & Célleri, R. (2010). *Uncertainties in climate change projections and regional downscaling in the tropical Andes: implications for water resource management*.
- Buytaert, W., Wyseure, G., Bièvre, & Deckers, J. (2005). *The effect of land use changes on the hydrological behavior of Histic Andosols in south Ecuador*.
- Camargo-García, J. C., Dossman, M. A., Rodríguez, J. A., Arias, L. M., & Galvis-Quintero, J. H. (01 de julio de 2012). *Cambios en las propiedades del suelo, posteriores a un incendio en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia*. (6. 1.-1. Colombia. Acta Agronómica, Ed.) Bogotá-Colombia. Obtenido de scholar.google.es: <https://scholar.google.es/>
- Canadas, L. C. (1983). *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. Quito, Ecuador: MAG-PRONAREG.
- Castaño, C. (2002). *Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición hotspot y global climatic tensor*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales .
- Chacon, G., Gagnon, D., Paré, D., & Prolux, P. (2003). Impacto de la deforestación, pastizales, plantaciones, de eucalipto y pino en suelos de bosque montano alto, en la sierra sur del Ecuador. *Revista de Investigaciones de la Universidad del azuay.*, 11, 19-34.
- Chamorro, D. (1989). *El páramo: un ecosistema de alta montaña* (Vol. 1).
- Cortes, C. (1994). *El páramo: un ecosistema de alta montaña* (Vol. 1).
- Crespo, P., Celleri, R., Buytaert, W., Ochoa, B., Cardenas, I., Iniguez, V., & De Bièvre, B. (2014). *Impactos del cambio de uso de la tierra sobre la hidrología de los páramos húmedos andinos. Avances En Investigación Para La Conservación de Los Páramos Andinos*. Obtenido de Google scholar: <https://scholar.google>.
- Cuatrecasas, J. (1968). Páramo vegetation and its life forms. *Geocology of the mountainous regions of the* .
- De Bièvre, B. (2004). *Efectos de la cobertura vegetal en Microcuencas de páramo*. Departamento de Investigación de Cuenca . Cuenca: Departamento de Investigación de la Universidad de Cuenca.

- De Bièvre, B; Iñiguez, V; Buytaert, W . (2006).
www.paramo.be/pubs/ES/Hidroparamo.pdf.
- Española, R. A. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid.
 Recuperado el 25 de noviembre de 2016, de <http://dle.rae.es>.
- FAO. (2006). *Guidelines for soil description*. Roma - Italia.
- Farley , K., Kelly, E., & Hofstede, R. (2004). Soil organic carbon and water retention after conversion of grasslands to Pine plantations in the Ecuadorian. *Andes Ecosystems*, 7, 729-739.
- Farley, K., & Kelly , E. (2004). Effects of afforestation of a páramo grassland on soil nutrient status. *Forest Ecology and Management*, 195(3), 281-290.
- Fassbender, H., & Bornemisza, F. (1994). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina* . San Jose- Costa Rica .
- Golchin, A., Baldock, J., Claker, P., Higashi, T., & Oades, J. (1997). The effects of vegetation and burning on the chemical composition of soil organic matter of a volcanic ash soil by. *Density fractions*, 76, 175-192.
- Hall, M., & Beate, B. (1991). *El volcanismo Plio Cuaternario en los vAndes del Ecuador*.
- Hedberg, I., & Hedberg, O. (1979). *Tropical alpine lifeforms of vascular plants* (Vol. 33).
- Hofstede, R. (1995). *Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem Ph D*. University van Amsterdam, Amsterdam.
- Hofstede, R. (2001). *El impacto de las actividades humanas sobre el páramo. Los paramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas*. Quito-Ecuador: Abya Yala/Proyecto Paramo.
- Hofstede, R. (2001). *El impacto de las actividades humanas sobre el páramo. Los páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas*. Quito-Ecuador: Abya Yala/Proyecto Paramo.
- Hofstede, R., Groenendijk, J., Coppus, R., Fehse, J., & Sevink, J. (2002). Impact of pine plantations on soils and vegetation in the Ecuadorian High Andes. *Mountain Res*, 22, 159-167.
- Hofstede, Robert; Calles, Juan; Lopez, Victor; Polanco, Rocio; Torres, Fidel; Ulloa, Janett; Vasquez, Adriana; Cerra, Marcos. (2014). *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. Quito-Ecuador: UICN.
- INIAP. (2016). *ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO. Laboratorio de Manejo de Suelos y Agus*. Cuenca-Ecuador.
- INV METALS. (2017). *INV METALS AND THE GOVERMENT OF ECUADOR AGREE TO TERMS OF EXPLOITATION CONTRACT*. Toronto-Canada.
- Jackson, M. L. (1982). *Análisis químico de suelos*. Omega.
- Jorgensen, P. M., & Leon-Yanez, S. (1999). *Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador* (Missouri Botanical Garden ed., Vol. 75). Missouri: Missouri Botanical Garden.
- Keating, P. (1998). Effects of anthropogenic disturbance on páramo vegetation in Podocarpus National Park, Ecuador. *Physical Geography*, 19(3), 221-238.
- Körner, C., & Larcher, W. (1987). Plant life in cold climates. *In Symposia of the Society for Experimental Biology*, 42, 25-57.
- Laegaard, S. (1992). Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. *Páramo an Andean ecosystem under human influence* , 151-170.

- Lazo, E., & Ordonez, M. (2005). *La influencia de la quema sobre el suelo y la vegetación en un ecosistema de pajonal de la reserva Mazan-Parque Nacional Cajas*. Cuenca: Universidad del Azuay. Facultad de Ciencia y Tecnología. Escuela de Biología y Medio Ambiente.
- Lips, J. (1998). *Geografía de la Sierra Andina Ecuatoriana*. Quito: Abya Yala.
- Llambí, L., Fariñas, D., Smith, M., Casteñeda, J., & Briceño, B. (2013). *Diversidad de la vegetación en deos paramos de Venezuela*. Quito.
- Luteyn, J. (1992). *Paramos. why study them? Páramo an Andean ecosystem under human influence*, 14.
- Luteyn, J. L. (1999). *Introducción to the paramo ecosystem*. In: J.L. Lutyen, ed. *Paramos, a checklist of Plant Diversity, Geographical distribution and Botanical Literature* (Vol. 84). New York: Botanical Garden New York.
- MAE. (2012). *Sistema de calificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador. Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- MAG. (1983). *Mapas de suelos del Ecuador: hojas Cañar, Cuenca y Loja*. Instituto Geográfico Militar, Quito.
- Malagón, D., & Pulido, C. (2000). *Suelos del páramo colombiano*. Universidad Nacional de Colombia, Bogota.
- Medina, G., & Mena, P. (2001). *Los páramos en el Ecuador*.
- Medina, G., & Mena, V. P. (2001). *Los páramos en el Ecuador. Los paramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas. Proyecto Paramo*. Quito: Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos.
- Medina, G., Josse, C., & Mena, P. (2000). *La profesión en los páramos*. Quito: Abya Ayala.
- Mena, P. (2001). *La biodiversidad de los páramos en el Ecuador*. (G. y. Mena Vasconez, Ed.) Quito: Abya Yala.
- Mena, P., & Balslev, H. (2006). *Los páramos Ecuatorianos*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Mena, P., & Balslev, H. (1986). *Comparación entre la vegetación de los páramos y el cinturón afroalpino*. (Vol. 12).
- Mena, P., & Hofstede, R. (2006). *Los páramos ecuatorianos*. Universidad mayor de San Andres, La Paz.
- Mena, P., Josse, C., & Medina, G. (2000). *Los Suelos del Paramo. Serie Paramo (Vol. 5). Grupo de Trabajo en Paramos de Ecuador*.
- Mendieta, H. C. (2016). *Presidente, Comunidad de Duraznos*. Cuenca.
- Molinillo, M., & Monasterio, M. (2002). *Patrones de vegetación y pastoreo en ambiente de páramo. Ecotrópicos, 15(1), 19-34*.
- Morales, J., & Estévez, J. (2006). *El páramo: ecosistema en vía de extinción? Luna Azul, 22, 39-51*.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Metodos Basicos de Muestreo y Analisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz. Bolivia: El Pais.
- ORSTOM. (1984). *Mapas de los suelos del Ecuador: hojas Cañar, Cuenca y Loja*. Quito.
- PDOT, C. (2011). *PDOT Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del canton Cuenca*. Cuenca: Ilustre Municipalidad de Cuenca-Universidad del Azuay.
- PDOT, Victoria del Portete. (2015). *PDOT Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2019*. Cuenca: PDF.
- Pels, B., & Verweij, P. (1992). *Burning and Grazing in a bunchgrass páramo ecosystem*. En J. L. Luteyn, *Páramo: an Andean ecosystem under human influence* (págs. 243-263). Quito: Academic Press.

- Piccolo, A., & Mbagwu, J. (1999). Role of Hydrophobic. *Components of Soil Organic*, 1801-1810.
- Podwojewski, P., & Poulenard, J. (2000). *Los suelos de los páramos en el Ecuador*. Quito: Abya Yala.
- Porta Casanellas, J., Reguerin, L. A., & Laburu, M. R. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente (No. 631.4 P6/2003)*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Poulenard, J., Podwojewski, P., Janeau, J., & Collinet, J. (2001). Runoff and soil erosion under rainfall simulation of andisols from the Ecuadorian paramo. *eF*.
- Pourrut, P. (1994). *L'eau en Equateur: principaux acquis en hydroclimatologie*.
- Pratt, W., Figueroa, J., & Flores, B. (1997). *Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador*.
- Primo, E., & Carrasco, J. (1973). *Química Agrícola*. España: Alhambra.
- Prolux, D. (1999). *Comparaison de caractéristique structurelles et fonctionnelles de communautés naturelles et de plantations de pin et d.*
- PROMAS/IAMGOLD. (2009). *Información de la línea base en hidrología de los paramos de Quimsacocha y su área de influencia*. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Quichimbo, P., Tenorio, G., Borja, P., Cardenas, I., Crespo, P., & Celleri, R. (2012). Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. *Suelos Ecuatoriales* 42(2), 138-153.
- Ramsay, P., & Oxeley, M. (1997). The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian páramos. *Plant Ecology*, 131(2), 173-192.
- Rast, E. (1997). *Estudios para establecer la línea base de suelos inalterados en el páramo de Quimsacocha*.
- SENAGUA. (2015). *Adjudicación "Sistema de agua de Santo Tomas y Duraznos"*. Cuenca.
- Shoji, S., Nanzyo, M., & Dahlgren, R. (1993). *Volcanic ash soils: genesis, properties and utilization*. Holanda.
- Soil, S. (1998). *Keys to soil Taxonomy*. Eighth Edition.
- Steimann, W. (1997). *The Cuenca basin of southern Ecuador: tectono-sedimentary history and Tertiary Andean evolution*. Ph.D. Institute of Geology, ETH Zurich, Switzerland.
- Suarez R, E., & Medina, G. (2001). Vegetation Structure and Soil Properties in the Ecuadorian Paramo Grasslands with Different Stories of Burning and Grazing. *Artic, Antartic and Alpine Research, Vol. 33, No 2*, 158-164.
- Thomane, R., & Motiramani, D. (1978). *Suelos: Su Química y Fertilidad en zonas Tropicales*. Mexico: Diana .
- UDA. (2008). *Grupo consultor. Informe Auditoría Ambiental de Quimsococha* .
- Ulloa Ulloa, C. &. (1995). *Árboles y arbustos de los altos Andes del Ecuador 2da*. (Vol. 30). (D. o. Institute of Biological Sciences, Ed.) Quito: Abya-Yala, Quito Ec.
- Ulloa, C., Alvarez, S., Jorgensen, P., & Minga, P. (2005). *Cien plantas Silvestres del Páramo*. Publicación digital en la página web del Ministerio Botanical Garden (USA), Azuay.
- USDA. (2000). *Preocupación acerca del recurso de calidad del suelo Hidrofobicidad* . Estados Unidos.

- Vargas , O. (2013). Distribuidores en los páramos andinos. *Vision socioecosistema de los páramos y la alta montaña v colombiana*, 39-57.
- Vargas, J. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y consevacón. *Acta biológica colombiana*, 16(2), 221-246.
- Vargas, O., Premauer, J., & Cárdenas , C. (2002). Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un páramo húmedo de Colombia. *Ecotrópicos*, 15(1), 35-50.
- Vasconez, P. M., & Hofstede, R. (2006). *Los paramos ecuatorianos. Botanica economica de los Andes Centrales*. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.
- Verdugo, V. (2006). *Plan de Manejo del Área de Bosque y Vegatción Protectores Yanuncay e Irquis*. Azuay - Ecuador.
- Verweij, P. (1995). *Spatial and temporal modelling of vegetation patterns- burning and grazing in the paramo of Los Nevados National Park, Colombia*. Colombia.
- Vuille , M., & Bradley, R. (2000). Mean annual temperature trends and their vertical structure in the tropical Andes. *Geophysical Research letters*, 27(23), 3885-3888.
- Vuille, M., Bradley, R., Werner, M., Healy, R., & Keimig, F. (2003). Modeling8180 in precipitation over the tropical Americas. *Journal of Geophysical Research*, 108(6).
- Wada, K. (1985). The distinctive properties of Andosols. *Advance in Soil Science*, 2, 174-223.
- White, S. (2010). Alpacas y llamas como herramientas de conservación del páramo. *Journal of Field Archaeology*, 17, 49-68.
- Winckell, A., Zebrowski, C., & Delaune, Y. (1991). Evolution du modele quaternaire et. *Volcanisme pyroclastique récent. Geodynamique.*, 6(2), 97-117.
- WRB, I. W. (2006). *World reference base for soil resources*. Rome: FAO.

APÉNDICE

Apéndice A. Resultado del análisis de las propiedades físico-químicas del suelo, de parcelas no quemadas y quemadas.

VARIANT	SITI	pH	mg/kg		cmol/kg			mg/kg			%	dS/m	
E	O		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	M.O.	C.E.
NO QUEMA	NQA	4.5	93.45	50.00	0.3	2.5	0.8	6.0	6.0	560.00	49.00	20.04	0.20
		0			1	6	1	0	0				
	NQB	4.4	74.75	65.82	0.3	2.0	0.6	6.1	6.0	630.00	19.00	17.67	0.16
		0			4	5	7	0	0				
	NQC	4.4	127.88	78.57	0.3	2.7	0.7	7.4	4.0	600.00	6.00	37.22	0.22
		0			1	5	5	0	0				
	NQD	4.3	97.38	74.49	0.3	2.3	0.7	6.0	5.0	1180.00	5.00	22.95	0.18
		0			4	2	3	0	0				
NQE	4.3	97.38	51.02	0.2	2.6	0.7	6.8	5.0	870.00	7.00	32.04	0.06	
	0			6	8	9	0	0					
NQF	4.4	131.82	73.47	0.4	3.3	0.9	8.5	3.0	1500.00	11.00	27.80	0.10	
	0			4	7	8	0	0					
NQG	4.4	102.30	45.41	0.3	3.6	1.0	7.1	5.0	350.00	54.00	30.06	0.05	
	0			8	8	7	0	0					
NQH	4.5	104.27	20.41	0.3	2.6	0.6	6.2	3.0	540.00	7.00	34.36	0.10	
	0			0	1	3	0	0					
QUEMA	QA	4.1	63.93	60.20	0.3	2.5	0.8	5.8	4.0	490.00	16.00	23.77	0.19
		0			4	6	9	0	0				
	QB	4.2	224.29	60.71	0.3	2.6	0.8	5.8	4.0	400.00	19.00	22.44	0.23
		0			4	0	4	0	0				
	QC	3.7	91.48	56.12	0.4	3.1	0.9	7.6	5.0	770.00	24.00	23.03	1.35
		0			2	0	2	0	0				
	QD	4.2	114.11	92.86	0.5	3.4	1.0	8.4	5.0	800.00	34.00	28.22	0.31
		0			4	7	1	0	0				
QE	4.1	105.25	66.84	0.2	2.0	0.6	6.0	6.0	1420.00	7.00	24.28	0.08	
	0			5	5	1	0	0					
QF	4.0	137.72	80.61	0.3	2.2	0.6	6.5	3.0	850.00	2.00	30.65	0.09	
	0			1	3	3	0	0					
QG	4.3	80.66	52.04	0.2	2.9	0.8	7.3	7.0	1150.00	19.00	17.45	0.09	
	0			2	8	9	0	0					
QH	4.1	150.51	60.20	0.2	2.6	0.7	5.8	3.0	630.00	6.00	33.85	0.07	
	0			8	0	7	0	0					

Apéndice B. Sitios de muestreo

SITIOS DE MUESTREO					
#	Localización/descripción	Código	Coordenadas UTM		Altura m.
1	CHUQUI: No hay historial de quemas	NQA	702936 mE	9659092 mS	3500
2	SIGUA: Quemas cada 2-3 anos	NQB	702878 mE	9658787 mS	3456
3	RESERVORIO: No hay historial de quemas	NQC	703606 mE	9659072 mS	3462
4	MINA LASTRE: No hay historial de quemas	NQD	703889 mE	9659007 mS	3438
5	RIO IRQUIS 1: No hay historial de quemas	NQE	703580 mE	9659192 mS	3427
6	RIO IRQUIS 2: No hay historial de quemas	NQF	703648 mE	9659284 mS	3389
7	RIO IRQUIS 3: No hay historial de quemas	NQG	704056 mE	9658979 mS	3452
8	RIO IRQUIS 4 No hay historial de quemas	NQH	704135 mE	9659025 mS	3433
9	CHUQUI-QUEMA: No hay historial de quema	QA	702961 mE	9659088 mS	3494
10	SIGUA-QUEMA: Quema cada 2-3 anos	QB	702924 mE	9658817 mS	3455
11	RESERVORIO-QUEMA: No hay historial de quema	QC	703635 mE	9659060 mS	3458
12	MINA LASTRE-QUEMA: No hay historial de quema	QD	703859 mE	9659019 mS	3435
13	RIO PORTETE QUEMA 1: Quema cada ano	QE	703326 mE	9658473 mS	3376
14	RIO PORTETE QUEMA 2: Quema cada ano	QF	703510 mE	9658374 mS	3403
15	RIO PORTETE QUEMA 3: Quema cada ano	QG	703510 mE	9658338 mS	3412
16	RIO PORTETE QUEMA 4: Quema cada ano	QH	703534 mE	9658467 mS	3375

Apéndice C. Muestreo de la flora en cuadrantes no quemados

MUESTREO DE LA FLORA fecha: 21/12/2016						
CUADRANTES NO QUEMADOS						
Sitio: 1						
Cuadrante	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Origen	Observaciones	% Cobertura
1	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	A*	100
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Rubiaceae	Galium canescens Kunth		N		
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N		
	Gentianaceae	Gentianella hyssopifolia (Kunth) Fabris		E		
	Geraniaceae	Geranium sibbaldoides Benth. Subsp. Sibbaldoides		N		
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer	Borrachera	N		
	Asteraceae	Bidens andicola Kunth	Ñachag	N		
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N		
	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		
	Cyperaceae	Rhynchospora vulcani Boeckeler		N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
Asteraceae	Baccharis genistelloides					
2	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N		100
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N		
	Asteraceae	Baccharis genistelloides		N		
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N		
	Asteraceae	Baccharis genistelloides		N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N		
	Gentianaceae	Gentianella sp1		N		
Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer	Borrachera	N			
3	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N		100
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker				
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N		
	Lycopodiaceae	Lycopodium clavatum L.		N		
	Oxalidaceae	Oxalis phaeotricha		N		
	Rubiaceae	Arcytophyllum vernicosum Standl	Romerillo de altura	N		
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria				
4	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		100
	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	A*	
	Pteridaceae	Jamesonia goudotii (Hieron.) C. Chr.		N		
	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N		
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N		
	Valerianaceae	Valeriana microphylla Kunth		N		
	Gentianaceae	Gentianella sp1		N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Dryopteridaceae	Elaphoglossum lasioglottis Mickel	Helecho	N		
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N		
Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N			

5	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N		100
	Lamiaceae	Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze; N.v.	Tipo	N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N		
	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		
	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N		
	Asteraceae	Baccharis genistelloides (Lam.) Pers.		N		
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N		
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	A*	
Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N			
Sitio: 2						
1	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N		100
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
	Lamiaceae	Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze; N.v.	Tipo	N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N		
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer		N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Cyperaceae	Rhynchospora vulcani Boeckeler		N		
2	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N		75
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
	Valerianaceae	Valeriana microphylla Kunth		N		
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N		
	Hypericaceae	Hypericum decandrum Turcz.		N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N		
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer		N		
3	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N		100
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
	Hypericaceae	Hypericum decandrum Turcz.		N		
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer		N		
	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N		
	Valerianaceae	Valeriana microphylla Kunth	Valeriana	N		
	Asteraceae	Lasiocephalus lingulatus Schltdl.		N		
	Asteraceae	Bidens andicola Kunth	Ñachag	N		
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N		
	Gentianaceae	Gentianella hyssopifolia (Kunth) Fabris		E		
4	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N		100
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N		
	Lycopodiaceae	Lycopodium clavatum L.		N		
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		
	Oxalidaceae	Oxalis phaeotricha		N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Dryopteridaceae	Elaphoglossum lasioglottis Mickel	Helecho	N		
	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		
	Valerianaceae	Valeriana microphylla Kunth	Valeriana	N		
5	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé		N		75
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N		
	Gentianaceae	Gentianella hyssopifolia (Kunth) Fabris		E		
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Lycopodiaceae	Lycopodium clavatum L.		N		
	Dryopteridaceae	Elaphoglossum lasioglottis Mickel	Helecho	N		
Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N			
Sitio: 3						
1	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		75
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N		
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		

	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) Sleumer		N	
	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé		N	
	Rubiaceae	<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.		N	
	Hypericaceae	<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.		N	
	Protaceae	<i>Lomatia hirsuta</i>	Garau		
2	Cyperaceae	<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth		N	
	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé		N	
	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Gentianaceae	<i>Halenia minima</i> C.K. Allen	Cacho de venado	N	
	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag	N	
	Apiaceae	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd		N	
3	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag	N	
	Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.		N	
	Gentianaceae	<i>Halenia minima</i> C.K. Allen	Cacho de venado	N	
	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Gentianaceae	<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris		E	
	Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler		N	
	Gentianaceae	<i>Gentiana</i> sp.		N	
	Apiaceae	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd		N	
4	Polypodiaceae	<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. Ex Sw.) A.R.Sm.& R.C. Moran		N	
	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Gentianaceae	<i>Halenia minima</i> C.K. Allen	Cacho de venado	N	
	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag		
	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé		N	
	Gentianaceae	<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris		E	
	Apiaceae	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd		N	
	Rubiaceae	<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.		N	
5	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.		N	
	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag		
	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé		N	
	Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Chicoria	N	
	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Chicoria	N	
	Rubiaceae	<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.		N	
	Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler		N	
Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) Sleumer		N		
Sitio: 4					
1	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Apiaceae	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd		N	
	Rubiaceae	<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.		N	
	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag	N	
	Hypericaceae	<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.		N	
	Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardo santo	N	
	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé		N	
	Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Chicoria	N	
2	Asteraceae	<i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.	Clavelina de cerro	N	
	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag	N	
	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) Sleumer		N	
	Gentianaceae	<i>Halenia minima</i> C.K. Allen	Cacho de venado	N	
	Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler		N	
	Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Chicoria	N	
	Pteridaceae	<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.		N	
	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum lasioglottis</i> Mickel	Helecho	N	
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardo santo	N		
3	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Hypericaceae	<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.		N	
	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag	N	

	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N	
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N	
	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N	
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer		N	
	Asteraceae	Gamochaeta americana		N	
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N	
	Geraniaceae	Geranium multipartitum Benth.	Aguja sacha	N	
4	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N	100
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N	
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N	
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N	
	Dryopteridaceae	Elaphoglossum lasioglottis Mickel	Helecho	N	
	Lamiaceae	Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze; N.v.	Tipo	N	
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N	
	Iridaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N	
Lycopodiaceae	Lycopodium clavatum L.		N		
5	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud	Paja	N	100
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth	Chicoria	N	
	Lamiaceae	Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze; N.v.	Tipo	N	
	Pteridaceae	Jamesonia goudotii (Hieron.) C. Chr.		N	
	Dryopteridaceae	Elaphoglossum lasioglottis Mickel	Helecho	N	
	Geraniaceae	Geranium sibbaldioides Benth. Subsp. Sibbaldioides		N	
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer		N	
Valerianaceae	Valeriana microphylla Kunth	Valeriana	N		
				Promedio	95

A*= Abundante

Apéndice D. Muestreo de la flora en cuadrantes quemados

MUESTREO DE LA FLORA fecha: 13/12/2016						
CUADRANTES QUEMADOS						
Sitio: 1						
Cuadrante	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Origen	% Cobertura	
1	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	50	
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé	grama blanca	N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Iridiaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		
	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N		
2	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N	75	
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N		
	Lycopodiaceae	Lycopodium clavatum L.	rabo de mono	N		
	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Rubiaceae	Galium canescens Kunth		N		
	Asteraceae	Bidens andicola Kunth	Ñachag	N		
	Geraniaceae	Geranium diffusum Kunth		N		
3	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	75	
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen		N		
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé	grama blanca	N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Poaceae	Festuca subulifolia Benth.	Paja macho	N		
	Caryophyllaceae	Cerastium floccosum Benth.		N		
	Geraniaceae	Geranium diffusum Kunth		N		
4	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	50	
	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Asteraceae	Chrysactinium acaule (Kunth) Wedd		N		
	Iridiaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N		
5	Gentianaceae	Gentianella hyssopifolia (Kunth) Fabris		E	75	
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N		
	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N		
	Poaceae	Agrostis perennans (Walter) Tuck.		N		
	Scrophulariaceae	Scrophulariaceae sp1		N		
Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer	Borrachera	N			
	Sitio: 2					
	1	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	50
		Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N	
		Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé	grama blanca	N	
		Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
Apiaceae		Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N		
Hypericaceae		Hypericum decandrum Turcz.		N		
2	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth		N	50	
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N		
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N		
	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N		
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N		
3	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	75	
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flüggé	grama blanca	N		
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N		
	Melastomaceae	Brachyotum jamesonii Triana		N		
4	Valerianaceae	Valeriana microphylla Kunth		N	50	
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N		

	Poaceae	Agrostis perennans (Walter) Tuck.		N	
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer	Borrachera	N	
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N	
	Gentianaceae	Gentianella hyssopifolia (Kunth) Fabris		E	
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	grama blanca	N	
	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N	
	Hypericaceae	Hypericum decandrum Turcz.		N	
5	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	grama blanca	N	50
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Rubiaceae	Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.		N	
	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N	
	Iridiaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N	
	Scrophulariaceae	Scrophulariaceae sp1		N	
	Asteraceae	Hypochaeris sessiliflora Kunth		N	
Sitio: 3					
1	Poaceae	Agrostis perennans (Walter) Tuck.		N	50
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	grama blanca	N	
	Iridiaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N	
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N	
	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N	
	Asteraceae	Oritrophium crocifolium (Kunth) Cuatrec.	Clavelina de cerro	N	
2	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	50
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	grama blanca	N	
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Poaceae	Agrostis perennans (Walter) Tuck.		N	
	Iridiaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N	
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N	
3	Gentianaceae	Halenia minima C.K. Allen	Cacho de venado	N	50
	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	grama blanca	N	
	Fabaceae	Lupinus microphyllus Desr.		N	
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer	Borrachera	N	
	Asteraceae	Lasiocephalus lingulatus Schltdl.		N	
	Hypericaceae	Hypericum decandrum Turcz.		N	
4	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	50
	Rubiaceae	Galium canescens Kunth		N	
	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N	
5	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N	75
	Asteraceae	Gamochoa americana		N	
	Oxalidaceae	Oxalis phaeotricha		N	
	Iridiaceae	Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker	Latag	N	
	Ericaceae	Pernettya prostrata (Cav.) Sleumer	Borrachera	N	
	Poaceae	Agrostis perennans (Walter) Tuck.		N	
	Gentianaceae	Gentiana sedifolia Kunth		N	
Sitio: 4					
1	Cyperaceae	Uncinia tenuis Poepp. ex Kunth		N	75
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	grama blanca	N	
2	Caryophyllaceae	Cerastium floccosum Benth.		N	75
	Rubiaceae	Galium canescens Kunth		N	
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Apiaceae	Eryngium humile Cav.	Cardo santo	N	
3	Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	grama blanca	N	75
	Poaceae	Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud		N	
	Apiaceae	Azorella biloba (Schltdl.) Wedd		N	
	Rubiaceae	Galium canescens Kunth		N	
	Pteridaceae	Jamesonia goudotii (Hieron.) C. Chr.		N	

4	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud		N	75
	Iridiaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Latag	N	
	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge	grama blanca	N	
	Cyperaceae	<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth		N	
	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) Sleumer	Borrachera	N	
	Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>		N	
5	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud		N	75
	Cyperaceae	<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth		N	
	Geraniaceae	<i>Geranium diffusum</i> Kunth		N	
	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge	grama blanca	N	
	Apiaceae	<i>Azorella biloba</i> (Schltdl.) Wedd		N	
	Pteridaceae	<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.		N	
				Promedio	62.5

N= Nativa

E= Endemica

ANEXOS

Anexo 1. Reporte de análisis de suelos



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaquce www@iniap.gob.ec
Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : HERNAN MENDEIETA Teléfono : N/E
 Dirección : e-mail : N/E
 Ciudad : Cuenca

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Parroquia : Cuenca
 Provincia : Azuay Ubicación : DURAZNO
 Cantón : Cuenca Latitud : Longitud :

DATOS DE LA MUESTRA

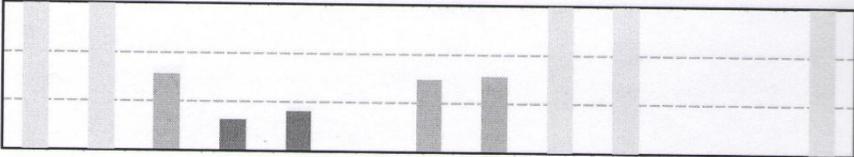
No. Laboratorio : 4124 Responsable Muestreo : Cliente Factura No. : 0
 Identificación : CHUQUI 1 (8 MESES) Fecha Muestreo : 10/10/2016 Fecha Análisis : 17/10/2016
 Cultivo Actual : BARBECHO Fecha Ingreso : 11/10/2016 Fecha Emisión : 21/10/2016

INTERPRETACION

Alto

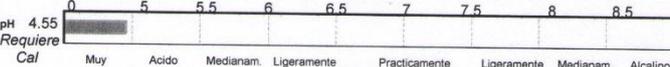
Medio

Bajo



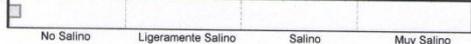
Determinación	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	M.O.
Valor	93	50	0.3	2	0.8		6.0	6.0	560	49.0		20.0
Unidad	(ppm)		(meq/100mL)				(ppm)					(%)

pH 4.55
 Requiere Cal



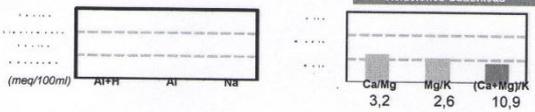
Muy Acido Acido Medianam. Acido Ligeramente Acido Practicamente Neutro Ligeramente Alcalino Medianam. Alcalino Alcalino

C.E. 0.20 dS/m



No Salino Ligeramente Salino Salino Muy Salino

Relaciones Catiónicas



(meq/100ml) Al+H Al Na Ca/Mg Mg/K (Ca+Mg)/K

3,2 2,6 10,9

Σ Bases
3,68
meq/100mL

% Materia Seca:

% Humedad:

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monocálcico
B	Colorimetría	
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Oxidación Via Humeda	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al+H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos									
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0		
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8		
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0		
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0		
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.5 - 1.0				


 Responsable laboratorio


 Laboratorista

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 28/10/2016

Anexo 2. Informe de Análisis de Suelos



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 Via El Descanso - BULLCAY - Guallaceo www@inap.gob.ec
 Azuay - Ecuador Telefax: (07) 2171161



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 Via El Descanso - BULLCAY - Guallaceo www@inap.gob.ec
 Azuay - Ecuador Telefax: (07) 2171161



Ministerio de
Agricultura, Ganadería,
Acuicultura y Pesca

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : HERNAN MENDIETA
 Dirección : CUENCA
 Ciudad : N/E
 Teléfono : N/E
 Técnico : ING. HERNAN MENDIETA (TESIS DE MAESTRIA)

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : AZUAY
 Provincia : VICTORIA DEL PORTETE
 Parroquia : DURAZNO
 Ubicación :
 Latitud : Longitud:

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha Muestreo : 10/10/2016
 Fecha Ingreso : 11/10/2016
 Fecha Emisión : 21/10/2016
 Cultivo Actual : BARBECHO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	mg/100ml										Σ Bases	mg/K		Ca+Mg/K
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca		Mg		
4124	CHUQUI 1 (8 MESES)	4.5 MAC RC	93.45 A	50.00 A	0.31 M	2.56 B	0.81 B	6.0 M	6.0 M	560.0 A	49.0 A	3.68	3.16 M	2.61 M	10.87 B	
4125	CHUQUI QUEMA 2 (8 MESES)	4.1 MAC RC	63.93 A	60.20 A	0.34 M	2.56 B	0.89 B	5.8 M	4.0 M	490.0 A	16.0 A	3.79	2.88 M	2.62 M	10.15 B	
4126	SIGUA 3 (8 MESES)	4.4 MAC RC	74.75 A	65.82 A	0.34 M	2.05 B	0.67 B	6.1 M	6.0 M	630.0 A	19.0 A	3.06	3.06 M	1.97 B	8.00 B	
4127	AGUA - QUEMA 4 (8 MESES)	4.2 MAC RC	224.28 A	60.71 A	0.34 M	2.60 B	0.84 B	5.8 M	4.0 M	400.0 A	19.0 A	3.78	3.10 M	2.47 B	10.12 B	
4128	RESERVORIO 5 (8 MESES)	4.4 MAC RC	127.88 A	78.57 A	0.31 M	2.75 B	0.75 B	7.4 M	4.0 M	600.0 A	6.0 M	3.81	3.67 M	2.42 B	11.29 B	
4129	RESERVORIO QUEMA 6 (8 ME)	3.7 MAC RC	91.48 A	56.12 A	0.42 A	3.10 B	0.92 B	7.6 M	5.0 M	770.0 A	24.0 A	4.44	3.37 M	2.19 B	9.57 B	
4130	MINA LASTRE 7 (8 MESES)	4.3 MAC RC	97.38 A	74.49 A	0.34 M	2.32 B	0.73 B	6.0 M	5.0 M	1180.0 A	5.0 B	3.39	3.18 M	1.87 B	8.97 B	
4131	MINA LASTRE QUEMA 8 (8 ME)	4.2 MAC RC	114.11 A	92.86 A	0.54 A	3.47 B	1.01 M	8.4 A	5.0 M	800.0 A	34.0 A	5.02	3.44 M	2.15 B	8.30 B	
4132	RIO PORTETE QUEMA 1 (9)	4.1 MAC RC	105.25 A	66.84 A	0.25 M	2.05 B	0.61 B	6.0 M	6.0 M	1420.0 A	7.0 M	2.91	3.36 M	2.44 B	10.64 B	
4133	RIO PORTETE QUEMA 2 (10)	4.0 MAC RC	137.72 A	80.61 A	0.31 M	2.23 B	0.63 B	6.5 M	3.0 M	850.0 A	2.0 B	3.17	3.54 M	2.03 B	9.23 B	
4134	RIO PORTETE QUEMA 3 (11)	4.3 MAC RC	80.66 A	52.04 A	0.22 M	2.88 B	0.89 B	7.3 M	7.0 M	1150.0 A	19.0 A	4.09	3.35 M	4.05 M	17.59 M	
4135	RIO PORTETE QUEMA 4 (12)	4.1 MAC RC	150.51 A	60.20 A	0.28 M	2.60 B	0.77 B	5.8 M	3.0 M	630.0 A	6.0 M	3.65	3.38 M	2.75 M	12.04 B	
4136	RIO IRQUIS 1 (13)	4.3 MAC RC	97.38 A	51.02 A	0.26 M	2.68 B	0.79 B	6.8 M	5.0 M	870.0 A	7.0 M	3.73	3.39 M	3.04 M	13.35 M	
4137	RIO IRQUIS 2 (14)	4.4 MAC RC	131.82 A	73.47 A	0.44 A	3.37 B	0.98 B	8.5 A	3.0 M	1500.0 A	11.0 A	4.79	3.44 M	2.23 B	9.89 B	
4138	RIO IRQUIS 3 (15)	4.4 MAC RC	102.30 A	45.41 A	0.38 M	3.68 B	1.07 M	7.1 M	5.0 M	350.0 A	54.0 A	5.13	3.44 M	2.82 M	12.50 B	
4139	RIO IRQUIS 4 (16)	4.5 MAC RC	104.27 A	20.41 A	0.30 M	2.61 B	0.63 B	6.2 M	3.0 M	540.0 A	7.0 M	3.54	4.14 M	2.10 B	10.80 B	

Interpretación

N, P, K, Ca, Mg, S
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl

MAC = Muy Acido N = Neutro
 Ac = Acido LAI = Lig. Alcalino
 MAc = Med. Acido MeAl = Med. Alcalino
 LAc = Lig. Acido Al = Alcalino
 PN = Pnc. Neglig. RC = Regular Call.

Determinación

N, P, K, Ca, Mg, S
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl

Colorimétrica
Altimétrica
Potenciométrica
Turbidimétrica
Colorimétrica

Extracción

Cloruro de Moliendo
pH 8.5
Sulfato de Sosa (1.25)
Fosfato de Calcio
Monobásico

Responsable Laboratorio

Fecha de impresión: 28/10/2016

Página 1 de 2

