



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“CUANTIFICACIÓN DE CARBONO TOTAL ALMACENADO EN SUELOS DE
PÁRAMOS EN LAS COMUNIDADES SHOBOL-CHIMBORAZO, SAN JUAN
CHIMBORAZO”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

PRESENTADO POR

CRISTIAN GEOVANNY CUNALATA RUGEL

CARLOS PATRICIO INGA CÓNDROR

Riobamba – Ecuador

2012

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias especialmente a la Escuela de Ciencias Químicas por formarnos como personas y futuros profesionales.

A los docentes en particular a la Dra. Gina Álvarez, Dra. Magdy Echeverría, Dr. Celso Recalde, que guiándonos con sus conocimientos y paciencia han colaborado y apoyado con la investigación y desarrollo de este trabajo.

Al H. CONSEJO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO, ESPOCH, CLIMATE AND DEVELOPMENT (CDF), por haber apoyado y dado facilidades necesarias para el desarrollo de la presente investigación.

A nuestros compañeros y amigos que a través de estos años han ido formando parte de nuestras vidas y han llenado nuestros corazones con alegría haciendo de cada año una experiencia inolvidable.

DEDICATORIA

Toda meta en la vida se lo consigue con esfuerzo y sacrificio, por eso doy gracias a Dios principalmente por ser quien me da la oportunidad de vivir cada día, a mi compañero de investigación, a mi esposa Mónica por su apoyo brindado y de manera especial a mi preciosa hija Macarena motivo de mi superación.

A mis queridos padres y hermanos, por demostrarme a cada momento que puedo contar con ellos, que son el apoyo incondicional y el ejemplo de seres humanos valiosos.

A mis amigos y compañeros, quienes con su comprensión me brindaron apoyo para culminar el presente trabajo de investigación.

Cristian Cunalata

La presente tesis se la dedico a Dios que me ilumino siempre y en cada momento de mi carrera, a mis Padres Patricio y Luzmila que me apoyaron todos estos años, con su infinito amor, cariño, comprensión, a mis hermanos especialmente Luis que ha sido guía y un ejemplo digno de superación y entrega, Anita y Rosita por su apoyo, palabras de aliento, confianza y amor, a mis amigos especialmente a Lucía por su apoyo incondicional y palabras de aliento y Cristian Herrera que desde el cielo, llena de bendiciones mi camino de vida.

Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante, mis amigos y compañeros ayudaron durante la carrera.

Carlos Patricio Inga

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **“CUANTIFICACIÓN DE CARBONO TOTAL ALMACENADO EN SUELOS DE PÁRAMOS EN LAS COMUNIDADES SHOBOL-CHIMBORAZO, SAN JUAN CHIMBORAZO”**, de responsabilidad de las Sres. Egresados Cristian Geovanny Cunalata Rugel y Carlos Patricio Inga Cóndor, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz
**DECANA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS.**

Dr. José Vanegas
**DIRECTOR DE LE ESCUELA
DE CIENCIAS QUÍMICAS.**

Dra. Gina Álvarez.
DIRECTOR DE TESIS.

Dra. Magdy Echeverría.
MIEMBRO DE TRIBUNAL.

Lic. Carlos Rodríguez
**DIRECTOR DEL CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN.**

NOTA DE TESIS ESCRITA.

Yo, Cristian Geovanny Cunalata Rugel, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

CRISTIAN GEOVANNY CUNALATA RUGEL

Yo, Carlos Patricio Inga Cóndor, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

CARLOS PATRICIO INGA CÓNDOR

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

°C:	Grado Centígrados
C:	Carbono
C/N:	Relación Carbono/Nitrógeno
COT:	Carbono Orgánico Total
ha:	Hectáreas.
CO₂ :	Dióxido de Carbono
g:	Gramo
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
HCPCH:	Honorable Consejo Provincial de Chimborazo
Km:	Kilómetros
K:	Potasio
Kg:	Kilogramos
L:	Litro
m:	Metros
m.s.n.m:	Metros sobre el nivel del mar
mg:	Miligramos
mg/ L:	Miligramos Litro
mL:	Mililitros
mm:	Milímetros
NH₄:	Amonio
N:	Nitrógeno
Pg:	Peta Gramos
pH:	Potencial de Hidrógeno.
REDD:	Reducción de emisiones por Degradación

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FOTOS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

SUMMARY

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
INTRODUCCIÓN	iii
ANTECEDENTES	iv
JUSTIFICACIÓN	vi
OBJETIVOS	vii
General	vii
Específicos	vii
CAPITULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	2
1.1.Páramo.....	2
1.1.1 Páramos en el Ecuador.....	3
1.1.2. Clasificación de los Páramos en el Ecuador.	5
1.1.2.1. Páramo de Pajonal.....	7
1.1.2.2. Páramo de Frailejones	8

1.1.2.3. Páramo Herbáceo de Almohadillas.....	9
1.1.2.4. Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas	9
1.1.2.5. Páramo Pantanoso.	10
1.1.2.6. Páramo Seco.	10
1.1.2.7. Páramo Sobre Arenales.....	11
1.1.2.8. Páramo Arbustivo del Sur.	11
1.1.2.9. Súper Páramo	12
1.1.2.10. Súper Páramo Azonal	12
1.1.3. Tipos de suelos en páramos	13
1.1.4. Caracterización de los Páramos en la Provincia de Chimborazo.....	14
1.1.4.1.Los sistemas ecológicos en los páramos de la Provincia de Chimborazo.	15
1.1.4.2. Cobertura y uso del suelo en los páramos de la Provincia de Chimborazo.	16
1.1.5. GEOMORFOLOGÍA (estudio científico de la forma del terreno y de los paisajes).....	16
1.1.6. Precipitación en páramos.....	18
1.1.7. Problemas en los Páramos.	19
1.1.8. Servicios Ambientales del Páramo.....	20
1.1.8.1. Contenido de Carbono Orgánico en los Páramos Ecuatorianos.....	22
1.1.8.2. Dinámica del carbono orgánico en los suelos	23
1.1.8.3. El Papel de los Suelos en el Ciclo del Carbono.	24
1.1.8.4. El Papel Fundamental de la Materia Orgánica en los Suelos.	26
1.1.9. Propiedades físico-químico de los suelos.	27
1.1.9.1. Acidez –Alcalinidad	27

1.1.9.2. Salinidad	28
1.1.9.3. Humedad.....	29
1.1.9.4. Textura	30
1.1.9.5. Materia orgánica.	33
1.1.9.6. Relación carbono/nitrógeno	33
1.1.9.7. Infiltración.....	34
1.1.9.8. Capacidad de Infiltración.....	34
1.1.9.9. Proceso de Infiltración.....	36
1.1.10. Marco Legal.	37
1.1.10.1. EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS DE PAJONAL EN EL ECUADOR.....	37
1.1.10.2.DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.....	40
1.1.10.3.Del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas	41
CAPITULO II	46
2. METODOLOGÍA	47
2.1. Métodos y Técnicas	47
2.1.1. Recopilación de Información.....	47
2.1.1.1. Contacto con instituciones de apoyo.....	47
2.1.1.2. Líderes comunitarios	48
2.1.1.3. Información de los usos históricos de los suelos.	48
2.1.1.4. Características del lugar.....	49
2.1.1.4.1. Selección de los puntos de muestreo.....	50
2.1.1.4.2. Puntos monitoreo	51
2.1.1.4.2.1. En la comunidad Chimborazo	51

2.1.1.4.2.2. En la comunidad de Shobol Llin llin.....	57
2.1.1.4.3. Codificación de muestras.....	64
2.1.1.5. Muestreo	66
2.1.1.6. Técnicas de análisis de laboratorio	69
2.1.1.7 Climatología.....	72
2.1.1.7.1Pluviómetro.....	72
2.2 Cálculos.....	73
2.2.1 Cálculos de infiltración en el suelo.....	73
2.2.2 Cálculos de Carbono Orgánico Total.....	75
2.2.2.1Curva de calibración.....	75
2.2.2.2 Cálculos de Carbono Orgánico Total	80
2.3 Materiales y equipos.....	81
CAPITULO III	83
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	84
3.1. Uso actual del suelo.....	84
3.1.1. En el Páramo de la comunidad de Chimborazo.....	84
3.1.2 En el Páramo de la comunidad de Shobol Lin lin.....	87
3.1.3 Características Climáticas.....	89
3.1.3.1 Datos meteorológicos.....	90
3.1.3.1.1 Temperatura.....	90
3.1.3.1.2 Presión Barométrica.....	92
3.1.3.1.3 Punto de Rocío.....	93
3.1.3.1.4 Humedad.....	95

3.1.3.1.5 Velocidad del Viento.....	97
3.1.3.1.6 Precipitación.....	99
3.2. Factores Bióticos.....	100
3.3 Factores Abióticos.....	104
3.3.1 Calidad del agua.	104
3.3.1.1 Análisis de Calidad del agua en el Páramo de la comunidad de Chimborazo.....	104
3.3.1.2 Análisis de Calidad del agua en el páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin.....	106
3.3.2 Análisis en suelos de Páramo.....	107
3.3.2.1 pH.....	107
3.3.2.2 Conductividad Eléctrica.....	113
3.3.2.3 Humedad.....	118
3.3.2.4. Velocidad de Infiltración	123
3.3.2.5. Textura.....	127
3.3.2.6. Microbiológicos.	129
3.3.2.7. Nitrógeno total.....	141
3.3.2.8. Resultados del Carbono Orgánico Total en Suelos y Biomasa.....	145
3.3.3 Relación Carbono/Nitrógeno.....	159
3.3.4. Comprobación de la Hipótesis	160
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	164
4.1 Conclusiones.....	164
4.2 Recomendaciones.	167
BIBLIOGRAFÍA	169

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. Velocidad de infiltración del agua en relación a la clase de infiltración.....	36
TABLA N° 2. Velocidad de infiltración en relación a la textura del suelo.....	37
TABLA N° 3. Límites, número de habitantes y ubicación geográfica de la Comunidad de Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	50
TABLA N° 4. Codificación de las muestras de suelo de Páramo de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	64
TABLA N° 5. Codificación de paja (Parte aérea y raíz) de las Comunidades de Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	65
TABLA N° 6. Tabla de codificación de almohadilla (Parte aérea y raíz) de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	66
TABLA N° 7. Técnicas de muestreo para recolectar muestra de suelo y biomasa.....	67
TABLA N° 8. Técnicas de muestreo para Parámetros Físico – Químicos, Microbiológicos en aguas.....	68
TABLA N° 09. Métodos y Técnicas para la determinación de Parámetros Físico-Químicos y Microbiológico en suelo.....	69
TABLA N° 10. Determinación de la velocidad de infiltración en el punto CH-A1...75	
TABLA N° 11. Relación concentración- absorbancia.....	78
TABLA N° 12. Materiales y equipos utilizados en la investigación.....	81
TABLA N° 13. Datos de temperatura de los Páramos de Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	90

TABLA N°14. Datos presión barométrica de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin llin.....	92
TABLA N° 15. Datos de punto de rocío de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin llin.....	94
TABLA N° 16. Datos de humedad de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin llin.....	96
TABLA N° 17 Datos velocidad del viento de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin llin.....	97
TABLA N° 18. Datos precipitación de los Páramos de Chimborazo Y Shobol Llin llin.....	99
TABLA N° 19. Especies recolectadas en el área del estudio del páramo de Chimborazo.....	101
TABLA N° 20. Especies recolectadas en el área del estudio del páramo de Shobol Llin llin.....	103
Tabla N° 21. Datos del WQI del agua de la Comunidad Chimborazo, (Agua superficial Quebrada Saramote).....	104
Tabla N° 22. Datos del WQI del agua de la Comunidad Chimborazo, (Agua superficial Canal de la Loma Putirumi).....	105
TABLA N° 23. Análisis físico químico de agua de la Comunidad Shobol Llin llin, (Agua de consumo, Vertientes).....	106
TABLA N° 24. Datos de pH del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	109
TABLA N° 25. Datos de promedio de pH del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	110

TABLA N° 26. Datos del pH del suelo del Páramo de Shobol Llin llin.....	111
TABLA N° 27. Datos del promedio de pH del suelo del Páramo de Shobol Llin llin.....	112
TABLA N° 28. Datos de Conductividad Eléctrica del suelo del Páramo de Chimborazo.....	114
TABLA N° 29. Datos promedio de Conductividad Eléctrica del suelo del Páramo Chimborazo.....	115
TABLA N° 30. Datos de Conductividad Eléctrica del suelo del páramo de Shobol.....	116
TABLA N° 31. Datos promedio de Conductividad Eléctrica del suelo del Páramo Shobol Llin llin.....	117
TABLA N° 32. Datos de Porcentaje de Humedad del suelo del Páramo de Chimborazo.....	119
TABLA N° 33. Datos de Porcentaje Promedio de Humedad del suelo del páramo de Chimborazo.....	120
TABLA N° 34. Porcentaje de Humedad del suelo del páramo de Shobol Llin llin.....	121
TABLA N° 35. Datos de Porcentaje Promedio de Humedad del suelo del Páramo de Shobol Llin llin.....	122
TABLA N° 36. Datos de velocidad de infiltración del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	123
TABLA N° 37. Datos de velocidad de infiltración del Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.....	125
TABLA N° 38 Datos de textura del suelo del páramo de Chimborazo	128

TABLA N° 39. Datos de textura del suelo del páramo de Shobol Llin llin.....	128
TABLA N° 40. Datos Microbiológicos del suelo del páramo de Chimborazo.....	131
TABLA N° 41. Datos Microbiológicos promedio del suelo del Páramo Chimborazo.....	132
TABLA N° 42. Datos Microbiológicos del suelo del páramo de Shobol Llin llin.....	136
TABLA N° 43. Datos Microbiológicos promedio del suelo del Páramo de Shobol Llin llin.....	137
TABLA N° 44. Datos de Nitrógeno total del suelo del páramo de Chimborazo.....	142
TABLA N° 45. Datos de Nitrógeno Total del suelo del Páramo Shobol Llin llin.....	144
TABLA N° 46. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo a diferentes profundidades del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	145
TABLA N° 47. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación con la altitud del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	148
TABLA N° 48. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo a diferentes profundidades del páramo de la comunidad de Shobol Llin llin.....	150
TABLA N° 49. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación a la variación con la altitud del Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.....	153

TABLA N° 50. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total en la Biomasa con relación a la variación de altura en el Páramo de Chimborazo.....	155
TABLA N° 51. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total en la biomasa con relación a la variación de altura en el Páramo de Shobol Llin llin.....	157
TABLA N° 52. Datos de la relación C/N del suelo del Páramo de la Comunidad de Chimborazo.....	159
TABLA N° 53. Datos de la relación C/N del suelo del Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.....	160
TABLA N° 54. Contenido de Carbono Orgánico almacenado en suelos de los Paramos de Chimborazo, Shobol Llin llin y El Ángel.....	160

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01. Relación Concentración-Absorbancia.....	79
GRÁFICO N° 2. Temperatura Páramos de Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	91
GRÁFICO N° 3 Presión barométrica Páramos Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	92
GRÁFICO N° 4 Punto de rocío de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	94
GRÁFICO N° 5. Humedad de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	96
GRÁFICO N° 6.Velocidad del viento Páramos Chimborazo y Shobol Llin Llin.....	98
GRÁFICO N° 7 Precipitación en los páramos de Chimborazo y Shobol Llin Llin...	99
GRÁFICO N° 8 Resultados del índice de calidad de agua (ICA o WQI) en los puntos de monitoreo de la Comunidad Chimborazo.....	105
GRÁFICO N° 9 pH promedio del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	110
GRÁFICO N° 10. pH promedio del suelo del Páramo de Shobol Llin Llin.....	112
GRÁFICO N° 11. Resultados de Conductividad Eléctrica promedio del suelo del Páramo de Chimborazo.....	115
GRÁFICO N° 12 Resultados de Conductividad Eléctrica promedio del suelo del Páramo de Shobol Llin Llin.....	117
GRÁFICO N° 13. Porcentaje de Humedad promedio del suelo del páramo de Chimborazo páramo de Shobol Llin Llin.....	120
GRÁFICO N° 14. Porcentaje de Humedad promedio del suelo del páramo de Shobol Llin Llin.....	122

GRÁFICO N° 15. Velocidad de infiltración promedio en el Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	124
GRÁFICO N° 16. Velocidad de infiltración promedio en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.....	126
GRÁFICO N° 17. Relación Número de Hongos Vs Tipos de Vegetación en el páramo de la comunidad de Chimborazo.....	132
GRÁFICO N° 18. Relación Número de Bacterias Vs Tipos de Vegetación en el páramo de la comunidad de Chimborazo.....	135
GRÁFICO N° 19 Relación Número de Hongos Vs Tipos de Vegetación en el páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.....	137
GRÁFICO N° 20. Relación Número de Bacterias Vs Tipos de Vegetación en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.....	140
GRÁFICO N° 21. Porcentaje de Nitrógeno Total del suelo del páramo de Chimborazo.....	143
GRÁFICO N° 22. Porcentaje de Nitrógeno Total del suelo del Páramo Shobol Llin Ilin.....	144
GRÁFICO N° 23 Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	146
GRÁFICO N° 24. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación a la variación con la altitud del páramo de la comunidad de Chimborazo.....	148
GRÁFICO N° 25. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo del Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.....	151

GRÁFICO N° 26. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación a la variación con la altitud del Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.....	153
GRÁFICO N° 27. Datos promedio del % de Carbono Orgánico Total acumulado en la biomasa Vs la altura del Páramo de la Comunidad de Chimborazo.....	155
GRÁFICO N° 28. Datos promedio del % de Carbono Orgánico Total acumulado en la biomasa Vs la altura en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.....	157
GRÁFICO N° 29. Datos del Contenido de Carbono Orgánico almacenado en suelos de los Paramos de Chimborazo, Shobol Llin Ilin y El Ángel.....	161

ÍNDICES DE FOTOS

Foto 1. Reunión con los técnicos del H.C.P.CH., ESPOCH.....	47
Foto 2. Contacto con los líderes comunitarios.....	48
Foto 3. Entrevista con los habitantes.....	49
Foto 4. Reconocimiento y selección de los puntos de monitoreo.....	51
Foto 5. Punto de muestreo CH-A1 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	52
Foto 6. Punto de muestreo CH-A2 de Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	52
Foto 7. Punto de muestreo CH-A3 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	53
Foto 8. Punto de muestreo CH-A4 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.....	53
Foto 9. Punto de muestreo CH-A5 del Páramo de la Comunidad Chimborazo....	54
Foto 10. Punto de muestreo CH-B del Páramo de la Comunidad Chimborazo....	55
Foto 11. Punto de muestreo CH-C1 del Páramo de la Comunidad Chimborazo...55	
Foto 12. Punto de muestreo CH-C2 del Páramo de la Comunidad Chimborazo...56	
Foto 13. Punto de muestreo CH-C3 del Páramo de la Comunidad Chimborazo...56	
Foto 14. Punto de muestreo SH-A1 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.57	
Foto 15. Punto de muestreo SH-A2 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.58	
Foto 16. Punto de muestreo SH-A3 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.58	
Foto 17. Punto de muestreo SH-B1 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.....	59
Foto 18. Punto de muestreo SH-B2 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.....	60

Foto 19. Punto de muestreo SH-B3 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.	60
Foto 20. Punto de muestreo SH-B4 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.	61
Foto 21. Punto de muestreo SH-C1 del páramo de la comunidad de Shobol Lin Ilin.....	62
Foto 22. Punto de muestreo SH-C2 del páramo de la comunidad de Shobol Lin Ilin.....	62
Foto 23. Realización del muestreo.....	66
Foto 24. Recolección de datos de precipitación.	72
Foto 25. Cantidad de precipitación recolectada.....	73
Foto 26. Uso del suelo de páramo Alto de la comunidad de Chimborazo.....	85
Foto 27. Uso del suelo de páramo Medio de la comunidad de Chimborazo.....	86
Foto 28. Uso del suelo zona baja del páramo de la comunidad de Chimborazo...	87
Foto 29. Uso del suelo de páramo Alto de la comunidad de Shobol Llin Ilin.....	88
Foto 30. Uso del suelo de páramo Alto-Medio de la comunidad de Shobol Llin Ilin.....	88
Foto 31. Uso del suelo zona baja del páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.	89

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO1. Matriz de caracterización del Páramo de la comunidad de Chimborazo.....	174
ANEXO 2. Matriz de caracterización del Páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin.....	175
ANEXO 3. Encuesta aplicada a los habitantes de la comunidad.....	176
ANEXO 4. Resultados de los análisis de contenido de Carbono Orgánico en el Suelo del Páramo de Chimborazo.....	179
ANEXO 5. Resultados de los análisis de contenido de Carbono Orgánico en el Suelo de Páramo Shobol Llin Llin.....	180
ANEXO 6. Resultados de los análisis de contenido de Carbono Orgánico en la Biomasa del Páramo de la comunidad de Chimborazo.....	181
ANEXO 7. Resultados de los análisis del contenido de Carbono Orgánico en la Biomasa del Páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin.....	182
ANEXO 8. Etiqueta de identificación para muestras de suelo.....	183
ANEXO 9: Modelo de Etiquetas para identificación de plantas.....	184
ANEXO 10. Determinación de los puntos monitoreo en la Comunidad Chimborazo-San Juan.....	185
ANEXO 11. Determinación de los puntos monitoreo en la Comunidad de Shobol Lin Llin -San Juan.....	186
ANEXO 12. Inventario de plantas encontradas en el páramo de la comunidad de Chimborazo.....	187

ANEXO 13. Inventario de plantas encontradas en el páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.....	189
ANEXO 14. Realización de ensayo de infiltración del suelo.....	191
ANEXO 15: Colocación de pluviómetros.....	192
ANEXO 16. Toma de muestras de suelo.....	193
Anexo 17.Preparación de la muestras de Suelo para el análisis de Carbono Orgánico.	194
Anexo 18. Preparación de la muestras de Biomasa para el análisis de Carbono Orgánico.	195
ANEXO 19. Preparación de la Curva de Calibración.	196
ANEXO 20. Determinación de parámetros físico-químicos.....	197
ANEXO 21. Método de determinación de Carbono Orgánico por el método Colorimétrico.	198
ANEXO 22. Resultados de Nitrógeno Total y Textura del Suelo.	204
ANEXO 23. Resultados Microbiológicos del Suelo.	205
ANEXO 24. Resultados Microbiológicos del Agua de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Ilin.	213
ANEXO 25. Resultados Fisicoquímico del Agua de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Ilin.	216

RESUMEN

Cuantificar el contenido de Carbono Orgánico Total almacenado en Suelos y Biomasa de los Páramos de las Comunidades de Shobol Llin Llin y Chimborazo. Se inició la investigación recopilando información del uso histórico de los suelos, mediante recorridos de observación, se identificó los puntos de muestreo dependiendo de las características del terreno, la comunidad de Chimborazo se encuentra ubicada 746667UTM - 9825400UTM, y Shobol Llin Llin se encuentra ubicada 754680UTM - 9854678UTM, las muestras se analizaron mediante el método colorimétrico de Walkley-Black por la oxidación de dicromato de Potasio. En el muestreo se obtuvieron tres muestras de suelo a diferentes profundidades y de Biomasa se extrajo cuatro tipos de muestras. Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos en el Laboratorio de Análisis Técnicos Facultad de Ciencias. Los resultados de Carbono Orgánico, en la comunidad de Chimborazo suelo 6.6%, paja 24.9% y almohadilla 26.3%. En la comunidad de Shobol Llin Llin suelo 7.6%, paja 26.1% y almohadilla 26.8%. Se concluye en el páramo de la comunidad de Chimborazo, el contenido de Carbono Orgánico almacenado en los suelos donde la cobertura vegetal es almohadilla el valor es de 7.2%, y en donde la cobertura vegetal es paja es de 6.6%. En el páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin, el contenido de Carbono Orgánico almacenado en los suelos donde se presenta cobertura vegetal de almohadilla tiene un valor de 8.9%, y en donde la cobertura vegetal de paja el valor es 8.2%. Se recomienda utilizar la información obtenida para el mejor manejo y conservación de los ecosistemas de páramo.

SUMMARY

Quantify the content of Total Organic Carbon stored in grounds and Biomass of the bleak plains of the Communities of Shobol Llin llin and Chimborazo. The investigation started gathering information of the historical use of the grounds, by means of observation journeys, the sampling points were identified depending on the characteristics of the land, the community of Chimborazo is located 746667UTM – 9825400UTM, and Shobol Llin llin is located 754680UTM - 9854678UTM, the samples were analyzed by means of the colorimetric method of Walkley-Black by the oxidation of bichromate of potassium. In the sampling three grounds samples. They were carried out physical – chemical analysis and microbiológicos in the Laboratory of Technical Analysis School of Sciences. The results of Organic Carbon, in the community of Chimborazo ground 6.6%, straw 24.9%, and the little pillow (almohadilla) 26.3%, in the community of Shobol Llin llin ground 7.6%, straw 26.1%, and the little pillow (almohadilla) 26.8%. It concludes in the bleak plains of the community of Chimborazo, the content of Organic Carbon stored in the grounds where the vegetable covering is little pillow (almohadilla) the value is 7.2%, and where the vegetable covering is straw it is of 6.6%. in the bleak plains of the community of Chimborazo, the content of Organic Carbon stored in the grounds where the vegetable covering is little pillow (almohadilla) the value is 8.9%, and where the vegetable covering is straw it is of 8.2%. It is recommended to use the obtained information for the best handling and conservation of the bleak plain ecosystems.

INTRODUCCIÓN

El incremento en la atmósfera de los llamados gases de invernadero y el consecuente cambio climático tendrán efectos importantes en el siglo XXI. Si bien los escenarios exactos todavía son inciertos, son de esperar serios efectos negativos aunque se esperan también algunos efectos positivos por lo que es esencial que sean tomadas un cierto número de medidas para reducir las emisiones de gases de invernadero y para incrementar su captura en los suelos y en la biomasa. Una opción se basa en la captura de carbono en los suelos de páramo o en la biomasa.

En el Ecuador, el páramo cubre alrededor de 1.250.000 ha, es decir aproximadamente un 6% del territorio nacional. En términos relativos, el Ecuador es el país que más páramos tiene con respecto a su extensión total ya que sus suelos típicamente son muy negros y húmedos. Los contenidos de carbono en el suelo dependen de los principales factores a largo plazo relacionados con la formación del suelo pero pueden ser fuertemente modificados degradados o mejorados por el cambio en el uso y el manejo de la tierra.

El carbono cumple un papel fundamental en los procesos fisicoquímicos y biológicos del planeta a través del ciclo de carbono. Por lo que, el objetivo de este estudio fue determinar el contenido de Carbono Orgánico Total almacenado en la Biomasa y en suelos de Páramos de las Comunidades Shobol Lin Lin y Chimborazo, Parroquia San Juan, Cantón Riobamba, para la conservación de los páramos que en su gran parte son perjudicados por la intervención del hombre.

ANTECEDENTES

El calentamiento global, provocado principalmente por las sociedades industrializadas, el crecimiento demográfico y el consumo energético basado en los combustibles fósiles provocan la acumulación de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos, ozono), la preocupación mundial por la reducción de estos gases ha aumentado, tal es así que el Protocolo de Kioto entró en vigor en febrero del año 2005; se constituye en uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes destinado a luchar contra el cambio climático. Contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones de algunos gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global. Las emisiones totales de los países desarrollados deben reducirse durante el periodo 2008-2012 al menos en un 5% respecto a los niveles de 1990.

En el contexto actual de las negociaciones post Protocolo de Kyoto, los pagos por REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) serán más evidentes y continuos con los Países como Colombia, Perú, Ecuador y entre otros que se han negociado para evitar que los habitantes de las comunidades destruyan sus páramos y así mantener intacto el contenido de Carbono, dada la gran cantidad de carbono orgánico contenido en los suelos de los páramos, estos parecen estar bien ubicados como ecosistemas para ser actores importantes en el mercado futuro. Sin embargo la información de base en este momento es débil, lo cual puede limitar su fortaleza de negociación. Si los esquemas de pago pueden

ser implementados, ellos podrían ser potencialmente una de las pocas opciones de ingresos económicos para las comunidades que se asientan dentro del páramo en su zona de incidencia. (1)

En los páramos de nuestro país existe gran cantidad de fuentes potenciales de carbono los cuales pueden ser utilizados como una alternativa para la captura y disminución de los gases de efecto invernadero. Las comunidades de Shobol Llin Llin y Chimborazo ubicados en el Cantón San Juan, Provincia de Chimborazo al tener una gran extensión de suelo de páramo, es necesario proteger esta zona para mantener intacto el Carbono Orgánico que se encuentra en el Suelo y en la Biomasa. (2)

JUSTIFICACIÓN

Los páramos, aparte de ser considerados ecosistemas estratégicos por su oferta de servicios ambientales, entre los que cabe resaltar la regulación hídrica, poseen un importante contenido de carbono acumulado que no solo está presente en la biomasa sino también en la materia orgánica presente en el suelo, debido a las bajas tasas de descomposición en estos ecosistemas. El páramo Ecuatoriano en general, y los páramos de la provincia de Chimborazo se encuentran actualmente bajo una importante presión por las actividades humanas, entre estas tenemos el avance de la frontera agrícola, las quemas y la ganadería ovina y bovina, y debido a que los habitantes de este ecosistema se ven obligados a sembrar cultivos a mayor altura, consecuentemente de menor productividad, debido a que las partes bajas de sus territorios muestran una tendencia a agotar su capacidad productiva. La importancia de la presente investigación radica en aportar elementos sobre la inclusión en el Protocolo de Kioto, de coberturas fijadoras y retenedoras de carbono, razones por las cuales, es importante acrecentar el conocimiento y los datos de campo acerca de este ecosistema para poder dirigirse a su uso sostenible de las comunidades de Shobol Llin Llin y Chimborazo las mismas que están muy conscientes de la problemática ambiental, y en miras a mejorar la calidad de vida del sector, han decidido colaborar con el proyecto para cuidar el ambiente. El presente estudio de la determinación de Carbono Orgánico Total en las comunidades de Shobol Llin Llin y Chimborazo se realizará con el aval del convenio ESPOCH-CDF ITALIA, el Honorable Consejo Provincial de Chimborazo y de las comunidades.

OBJETIVOS

General

Determinar el porcentaje de Carbono Orgánico Total almacenado, en los suelos de Páramos, en las Comunidades de Shobol Llin Ilin y Chimborazo del Cantón San Juan.

Específicos

- a. Realizar un diagnóstico base de los usos históricos del suelo y usos actuales del suelo en las comunidades.
- b. Ubicar las zonas de muestreo en base a la georeferenciación y variación de los pisos altitudinales de las Comunidades de Shobol Llin Ilin y Chimborazo-San Juan.
- c. Determinar el contenido de Carbono orgánico en el Pajonal, Almohadillas, Raíces, y el suelo de páramo de las comunidades Shobol y Chimborazo-San Juan.
- d. Levantar la línea base del Carbono Orgánico en la Biomasa y suelo de Páramo.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1.Páramo

El páramo es un ecosistema natural sobre el límite de bosque cerrado en los Andes, dominado por pajonales, rosetales, arbustales, humedales y pequeños bosquetes.

Es un ecosistema de clima frío, es muy frágil y su potencial para el uso productivo es limitado. Sin embargo, mucha gente de una gran riqueza cultural pero con pobreza económica está aprovechando los recursos de este paisaje. Al mismo tiempo, una gran población aguas abajo lo está aprovechando indirectamente, aunque de manera sustancial, especialmente a través de su servicio ambiental hídrico.

El Páramo es un ecosistema "tropical de altura" (Astudillo y otros, 2000) rico en biodiversidad, espacio de vida de muchas plantas, especies, genes, con gran diversidad de paisajes. Alberga a muchas comunidades, las cuales lo utilizan como espacio de vida para actividades productivas de tipo agropecuario, y como generador de agua de la cual dependen las poblaciones tanto para el consumo como para el riego. Este concepto recoge la diversidad de conceptos desarrollados en los diferentes estudios, según las visiones ligadas a la cultura, al uso que se le ha asignado histórica y actualmente, sea este uso con fines económicos, productivos o de conservación.

1.1.1 Páramos en el Ecuador

Los páramos en Ecuador han sido usado y modificado desde tiempos inmemoriales, cumple un rol fundamental, destacándose su importancia social como espacio de vida, en el que se realizan actividades agrícolas y ganaderas. Ecosistema frágil, el páramo juega un rol ecológico fundamental como hábitat de innumerables especies (flora endémica y paisaje único), como captador y fuente de agua, para las poblaciones del páramo e inclusive de las ciudades.

Cumple con varias funciones, es un ecosistema que genera vida, es un territorio de altura en el que viven algunas comunidades. Los páramos ecuatorianos son parte de la historia agraria, que debido al crecimiento de la población, han sido ocupados por los campesinos.

Las altitudes entre las que se encuentra este ecosistema típicamente tropical varían bastante, pero, en términos generales, se encuentra sobre la línea de bosques continuos (los bosques andinos) y llega hasta donde pueden existir plantas por debajo las nieves eternas. En el Ecuador se usa comúnmente la altitud de 3.500msnm como límite inferior, pero las condiciones geológicas, climáticas y antrópicas hacen que este límite varíe mucho y que se encuentren a veces páramos desde los 2.800 msnm, especialmente en el sur del país, o bosques cerrados hasta por sobre los 4.000 msnm. (3)

En el Ecuador, el páramo cubre alrededor de 1.250.000 ha, es decir aproximadamente un 6% del territorio nacional. En términos relativos, el Ecuador

es el país que más páramos tiene con respecto a su extensión total. Colombia tiene la mayor extensión de páramos en términos globales, mientras que los demás países los tienen en proporciones menores. Los páramos están por encima de lo que es o lo que algún día fue el ecosistema de bosques andinos, en la actualidad fuertemente alterado. La zona de transición entre los dos ecosistemas, marcada en términos generales por la disminución en la altura y densidad de los árboles con respecto al bosque nublado inferior, se denomina generalmente sub páramo.

Los páramos ecuatorianos es un ecosistema de gran diversidad dada por condiciones de tipo geográfico, ecológico, así como diferencias que se han dado por su proceso histórico, por el uso y las modificaciones que el ser humano ha hecho en este ecosistema.

Estas diferencias son importantes pues nos permiten visualizar este ecosistema desde diferentes aspectos y comprender mejor su problemática, sus fortalezas y debilidades.

Para poder identificar estos aspectos se propone ver las características geográficas de éste hábitat: clima, altitud y biodiversidad

El páramo es un ecosistema regulador del recurso hídrico sometido a fuertes presiones, avance de la frontera agrícola para actividades agropecuarias, quemas, construcción de infraestructuras como embalses y acequias.

1.1.2. Clasificación de los Páramos en el Ecuador.

De las definiciones se deduce que, el páramo es un sistema complejo, lo que impide el establecimiento de una clasificación única y definitiva. En la información recopilada de los estudios se propone clasificaciones/categorizaciones de acuerdo a la posición geográfica, el clima y la vegetación. Esta zonificación es una primera clasificación que no recoge aspectos de tipo social ni económico.

a) Posición Geográfica

Se ha establecido una clasificación de los páramos en Ecuador según su posición latitudinal en los Andes, considerándolos de esta manera en páramos ubicados en los Andes del norte, centro y sur, los páramos ubicados en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha como Páramos de la Sierra norte; los de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo como páramos de la Sierra centro y los páramos de Cañar, Azuay y Loja como Páramos de la Sierra sur.

b) Altitud

Las altitudes entre las que se encuentran este ecosistema típicamente varían bastante pero en términos generales, se encuentra sobre la línea de bosques continuos (bosques andinos) y llega hasta donde pueden existir plantas por debajo las nieves perpetuas. En el Ecuador se usa comúnmente la altitud de 3500 msnm como límite inferior, pero las condiciones geológicas, climáticas y antrópicas hacen que este límite varíe mucho de allí que se encuentran páramos desde los 2800

msnm, especialmente en el sur del país, así como también bosques cerrados hasta por sobre los 4000 msnm.

c) Condiciones Climáticas

El clima durante el año es estable, pero hay una diferencia muy marcada entre el día y la noche, lo que se puede resumir en "verano todos los días, e invierno todas las noches".

d) Vegetación

Los páramos forman parte de una notable biodiversidad a escala de ecosistemas que se presenta en el Ecuador gracias a tres factores principales: la situación ecuatorial, la presencia de la cordillera de los Andes y otras sierras menores, la existencia de una fuente per húmeda amazónica y de varias corrientes marinas frías y cálidas frente a las costas. Dada la gran altitud y por esto las bajas temperaturas y la alta incidencia de neblina e irradiación solar, el clima es muy extremo para los seres vivos presentes. No obstante su gran altitud y sus extremas condiciones climáticas, los páramos muestran una notable pluralidad de seres vivos en varios grupos especialmente plantas, aves, anfibios y mamíferos.

La vegetación de los páramos es diversa sin embargo se puede encontrar principalmente: pajonales típicos, especies de pastos, árboles, arbustos, pantanos, bosques y bosquetes. En la provincia del Carchi se encuentran poblaciones de frailejones, igual y excepcionalmente en los Llanganates en los Andes Centrales.

A más de estos aspectos sería necesario considerar el drenaje, vertiente que ocupa en el páramo (hacia la costa vertiente occidental u hacia la Amazonia vertiente Oriental, así como las vertientes internas), sin embargo esta información se encuentra en muy pocos estudios por lo que ésta no se ha analizado.

Con la información extraída de algunos estudios en relación a estos aspectos y una propuesta de zonificación establecida por Mena y Hofstede y utilizada en varios estudios para caracterizar la zona, se propone la siguiente clasificación:

(13)

1.1.2.1. Páramo de Pajonal

Es el más extenso y responde de manera común a la idea que tenemos del páramo. Son extensiones cubiertas por pajonal de varios géneros (especialmente Calamagrostis, Festuca y Stipa) matizadas por manchas boscosas en sitios protegidos (con Polylepis, Buddleja, Oreopanax y Miconia), arbustos de géneros como Valeriana, Chuquiraga, Arcytophyllum, Pernettya y Brachyotum, herbáceas (que serán listadas después), y pequeñas zonas húmedas (pantanos) en sitios con drenaje insuficiente.

Los páramos de pajonal se encuentran en todas las provincias del país donde hay este ecosistema y cubren alrededor del 70 % de la extensión del ecosistema en el Ecuador. La calidad de “natural” de este tipo de páramo, el más típico de todos, es un tema de discusión. Es obvio que nadie ha sembrado los pajonales y por lo tanto el ecosistema es natural, pero también es cierto que las acciones humanas sobre

la vegetación original lahares transformado, por lo menos en parte, en los pajonales actuales. Aboga por la tesis de que la vegetación anterior era de bosques bajos transformados en las praderas actuales por la quema y el pastoreo, dejando remanentes en las partes más protegidas e inaccesibles. Otra tesis dice que lo que sucede es que los pajonales siempre han existido y los bosques están en las manchas actuales porque allí es donde pueden crecer mejor de modo natural (Monasterio 1980). De hecho, este tipo de páramo se encuentra muchas veces con presencia de pastoreo y se puede especular que una buena extensión de los otros tipos de páramo (herbáceo, arbustivo, etc.) fueron reemplazados por pajonal tras un proceso de pastoreo continuo.

1.1.2.2. Páramo de Frailejones

Es un páramo dominado, por lo menos visualmente, por el frailejón (*Espeletia pycnophylla*).

Un estudio fito sociológico revela que, en realidad, la forma de vida dominante es el pajonal (Mena 1984), pero es tan notable la presencia del frailejón que se ha decidido establecer este tipo de páramo como una entidad aparte. El páramo de frailejones, con varias otras especies del mismo género y de otros muy cercanos, es propio de los páramos de Venezuela y Colombia. En el Ecuador está restringido a los páramos norteños de las provincias del Carchi y Sucumbíos, con una mancha pequeña y excepcional en los páramos de los Llanganates (que no corresponden estrictamente a páramo sino más bien aún bosque andino). En el

norte se presenta como extensiones de frailejón y pajonal matizadas por manchas pequeñas de bosques densos en quebradas protegidas.

Las otras especies de este tipo de páramo son básicamente las mismas que las del páramo de pajonal. De hecho, si no fuera por la presencia de los frailejones éste sería un páramo de pajonales bastante típico.

1.1.2.3. Páramo Herbáceo de Almohadillas.

En algunos sitios el pajonal no domina y es reemplazado por plantas herbáceas formadoras de almohadillas que pueden llegar a cubrir prácticamente el 100 % de la superficie. A diferencia de lo que sucede en el páramo pantanoso, estas plantas no se encuentran en terreno cenagoso y en asociación con otras plantas propias de estos sitios, sino formando almohadillas duras, especialmente de los géneros *Azorella*, *Werneria* y *Plantago*. También se encuentran arbustos diseminados y otras herbáceas sin adaptaciones conspicuas como *Lycopodium*, *Jamesonia*, *Gentiana*, *Gentianella*, *Satureja*, *Halenia*, *Lachemilla*, *Silene* y *Bartsia*. Un ejemplo claro de este tipo de páramo se encuentra en el sector de las antenas, cerca del páramo de la Virgen en la Reserva Ecológica Cayambe Coca. Al igual que en el caso del páramo de pajonal, la vegetación original y la influencia humana en el ecosistema son motivo de discusión.

1.1.2.4. Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas

Este tipo es una combinación de los dos anteriores en el cual no se encuentra un dominio definido de una u otra forma de vida. Un análisis fito sociológico más

detallado permitirá asegurar la existencia de este tipo de páramo o su inclusión en otro páramo de clima intermedio.

1.1.2.5. Páramo Pantanoso.

En ciertos sitios las características geomorfológicas y edáficas permiten la formación de ciénagas de extensión variable, a veces notable, donde se ha establecido una asociación de plantas adaptadas a estas condiciones. Los páramos pantanosos no necesariamente se refieren a pantanos localizados sino también a extensiones mayores caracterizadas por un escaso drenaje. Las plantas típicas incluyen Isoëtes, Lillaeopsis, Cortaderia, Chusquea, Neurolepis y varios géneros formadores de almohadillas (ya listados), Oreobolus y el musgo turbero Sphagnumma gellanicum. Este tipo de vegetación se encuentra en los páramos de la Cordillera Oriental, más húmeda, especialmente en los de Cayambe, Antisana, Llanganates y Sangay.

1.1.2.6. Páramo Seco.

Por condiciones climáticas que se han visto potenciadas por acciones humanas, ciertas zonas parameras presentan una notable disminución en la precipitación. El pajonal relativamente ralo está dominado por Stipa y otras hierbas que deben ser resistentes a la desecación como Orthrosanthus y Buddleja. Las mayores extensiones de este tipo se encuentran en el sur de Azuay y el norte de Loja, donde hay una estacionalidad más marcada. La influencia humana en la

conformación actual de este tipo de páramo parece obvia pero no ha sido documentada sistemáticamente.

1.1.2.7. Páramo Sobre Arenales.

En ocasiones los páramos se desarrollan sobre un suelo arenoso resultado de procesos erosivos intensos, como en el caso de los arenales del Chimborazo en la provincia homónima.

Hay una similitud con la vegetación del páramo seco pero la humedad es mayor y la escasez de cobertura vegetal se puede deber más bien a erosión climática y antropogénica.

Acosta Solís (1985) considera que los arenales del Chimborazo son un ejemplo de la puna (mencionada en el tipo anterior) en el Ecuador pero en realidad no lo son. Probablemente esta supuesta afinidad está relacionada con procesos de fuerte erosión. Esto no quiere decir que necesariamente todos estos páramos estén erosionados sino que el hecho de que estén sobre arenales los hace muy susceptibles a la erosión. De hecho, hay muchas señales de erosión eólica en combinación con erosión por sobre pastoreo.

1.1.2.8. Páramo Arbustivo del Sur.

En la provincia de Loja se presenta un tipo de páramo (llamado localmente “paramillo”) bastante diferente, en términos vegetacionales, a los anteriores. El pajonal típico da paso a una vegetación arbustiva y herbácea dominada por Puya, Miconia, Neurolepis, Oreocallis, Weinmannia y Blechnum. Este tipo de vegetación

posiblemente deba considerarse dentro de otro tipo general de ecosistemas y no como un tipo de páramo.

Hay muchos elementos de bosque andino y menos de páramo. Es necesario indicar que no todos los páramos de la provincia de Loja corresponden a este tipo: también hay, especialmente, páramo de pajonal.

1.1.2.9. Súper Páramo

Aproximadamente a los 4.200 m, es decir, solo en las montañas que alcanzan estas altitudes, las condiciones climáticas se parecen superficialmente a las tundras templadas, donde únicamente las plantas más resistentes al frío, la desecación fisiológica y el viento pueden sobrevivir. El suelo se presenta con mayores áreas descubiertas, aunque en las zonas protegidas por grietas y rocas, crecen plantas de los géneros *Draba*, *Culcitium*, *Chuquiraga*, *Cortaderia*, *Baccharis* y *Gentiana*, entre otros, y líquenes.

1.1.2.10. Súper Páramo Azonal

El súper páramo azonal recibe este nombre porque posee ciertas características semejantes a las del súper páramo típico pero se presenta a menores altitudes (por ejemplo, donde debería haber páramo de pajonal). La razón de esta anomalía está en que estos sitios se encuentran sobre lahares recientes (flujos de lodo y piedras producidos tras la erupción de un volcán) que crean características edáficas locales y que además están muy expuestas, lo que impide el crecimiento de las especies que normalmente se encuentran a estas altitudes.

Por ello solo hay especies como las del súper páramo y, especialmente, líquenes foliosos. (4)

1.1.3. Tipos de suelos en páramos

- Los suelos de los páramos son de tipo volcánico, ya sea por roca volcánica meteorizada (sur) o por ceniza volcánica reciente (norte y centro).
- Los suelos del norte y centro se denominan *Andosoles*. Son suelos jóvenes, con horizontes poco diferenciados y, por su gran riqueza en materia orgánica, tienen un color negro. Poseen una elevada tasa de retención de agua y una gran permeabilidad, lo que permite un buen desarrollo de las raíces y una notable resistencia a la erosión.
- Pero una vez que se ha perdido la estructura porosa por pisoteo o desecación, el suelo ya no puede guardar tanta agua y se vuelve hidrofóbico o repelente del agua
- En la parte sur del Ecuador, donde la cordillera es diferente, los suelos también son diferentes (*Inceptisoles*). La roca metamórfica meteorizada (proceso de desintegración física y química de los materiales sólidos en o cerca de la superficie de la Tierra) originalmente también era de origen volcánico, pero de una edad mucho mayor que los volcanes que dominan el paisaje en el norte.
- Los volcanes del sur emitieron su material antes de que se levantaran los Andes, en un ambiente tropical. Después, estas rocas volcánicas fueron

levantadas a la altitud actual, pasando por una serie de alteraciones que las transformaron en rocas metamórficas.

- En general, los suelos formados en este material son más superficiales y menos fértiles
- En el extremo Sur de la distribución de cenizas volcánicas recientes, se encuentra una zona con una capa muy delgada de cenizas volcánicas sobre lavas más antiguas.
- Aquí los suelos son similares a los del Norte, pero muy delgados. La vegetación, a partir aproximadamente de Alausí, es un tanto diferente a la del norte. (14)

1.1.4. Caracterización de los Páramos en la Provincia de Chimborazo

La provincia de Chimborazo tiene una extensión de 648.124 hectáreas, y la transformación de áreas naturales en la provincia para agricultura, pastos, centros urbanos, infraestructura y otros usos abarca el 48% del territorio incluyendo áreas sobre los 3.400 metros de altitud que constituye el límite altitudinal del páramo.

En todos los páramos del mundo se ha reportado un total de 3.595 especies, de las cuales 1.524 se encuentra en el Ecuador.

Las plantas de los páramos de Chimborazo, así como de otros páramos del Ecuador, se han desarrollado como adaptaciones a climas extremos, características que no se encuentran en otros ecosistemas del mundo. Los páramos de Chimborazo son fuente de agua en tres cuencas hidrográficas

importantes para la generación de agua para el riego y la generación eléctrica a nivel nacional:

La cuenca del Río Guayas (que ocupa el 36% de la provincia), la cuenca del Río Pastaza (con 54% de la provincia) y la cuenca del Río Santiago (en 9% de la provincia). Hay dos factores que influyen en el clima de estos páramos: la ubicación en los trópicos y la presencia de la cordillera de los Andes.

En la región tropical hay una convergencia intertropical de masas de aire en la línea ecuatorial que, al chocar con la cordillera, provocan una gran cantidad de lluvias, nubes y neblina que generan un clima húmedo y frío.

El 60% de la población de la provincia de Chimborazo viven en las zonas rurales relacionadas a los páramos, cuya población indígena está entre las más pobres del país.

1.1.4.1. Los sistemas ecológicos en los páramos de la Provincia de Chimborazo.

Los sistemas ecológicos son grupos de comunidades vegetales que ocurren en ambientes físicos similares y son influenciados por los mismos procesos ecológicos dinámicos (por ejemplo, incendios o inundaciones), sustratos (por ejemplo, superficie y composición de suelos) y gradientes ambientales (por ejemplo, climas locales).

1.1.4.2. Cobertura y uso del suelo en los páramos de la Provincia de Chimborazo.

La superficie total, de vegetación remanente y zonas convertidas a usos productivos de los sistemas ecológicos ligados al páramo cubren una superficie total de 406.187 hectáreas de la Provincia de Chimborazo. El sistema ecológico más dominante son los pajonales (más del 50%). En su mayoría estos están sujetos a uso de pastoreo extensivo, tanto de ganado vacuno como ovino.

Las áreas intervenidas tanto para agricultura como ganadería intensiva y extensiva, representan más del 74% frente a penas 18% de ecosistemas en estado natural (incluyendo pajonal, bosques siempre verdes, glaciares, vegetación geliturbada y bofedales).

1.1.5. GEOMORFOLOGÍA (estudio científico de la forma del terreno y de los paisajes)

- Una característica directamente relacionada con el drenaje pero que también por sí misma tiene efecto sobre la distribución de los seres vivos en el páramo es la pendiente. Solo algunos tipos de plantas son capaces de permanecer en pendientes muy escarpadas, con consecuencias sorprendentes.
- En algunos páramos se nota que las partes más pendientes y escarpadas mantienen bosques achaparrados bastante tupidos, rodeados de pajonal o

de almohadillas, lo que nos da una pauta muy interesante acerca de la situación anterior de los páramos.

- Es muy posible que, en realidad, antiguamente los bosques hayan sido la vegetación dominante de gran parte los actuales páramos, pero el sobrepastoreo y las quemas la transformaron en lo que vemos ahora: manchas de bosque en medio de una matriz de pajonal.
- Las manchas de bosque en las pendientes muy bien pudieron haberse salvado precisamente porque tanto al fuego como al ganado les resultaba difícil llegar a estos sitios, de modo que estos bosques serían reliquias de lo que eran los páramos antes de las que más y el sobrepastoreo
- En las pendientes más fuertes prácticamente ya no existe suelo y, por ende, solamente las plantas más tenaces sobreviven: los líquenes y los musgos. Por el hecho de que estas áreas más pendientes son precisamente las más inaccesibles, tanto para la gente como para las vacas y el fuego, son las mejor conservadas.
- En el otro extremo están las pendientes suaves y las planicies. Porque el clima en el páramo es muy húmedo, en las planicies, en muchos casos se forman pantanos. Los pantanos más extensos se encuentran en los valles glaciales que son típicos de las alturas andinas. Estos valles se formaron por el paso de grandes masas de hielo que bajaron desde lo alto cuando las condiciones del planeta hicieron que un fenómeno global de enfriamiento tuviera lugar.

- Ha habido varias de estas glaciaciones en la historia de la Tierra. Los valles formados por el paso de estas masas gigantes de hielo son muy diferentes a las hondonadas formadas por aguas corrientes, en este segundo caso, los valles son profundos y tienen una forma de V, mientras que los valles glaciales adoptan una forma de U, es decir, con una planicie en medio de las fuertes pendientes.
- Un fenómeno típico es la presencia de vientos que suben o bajan por el pendiente. Por naturaleza, el aire se mueve de un área caliente a un área fría. Por ejemplo, en un valle el aislamiento por viento es mayor que en una colina y, por esto, hay más heladas en la colina. Además, si la topografía es más ondulada o colinada, los vientos tienden a ser más fuertes y se presentan más heladas.
- Con una topografía más fuerte (un paisaje quebrado), los valles son más aislados y los vientos menos fuertes. También importa si el viento lleva aire frío, por ejemplo desde un nevado. Si la base de un valle es plana y ancha (valle de U), existe un efecto de inversión en la noche, lo que hace que la base de estos valles esté relativamente muy fría.

1.1.6. Precipitación en páramos.

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

Al ser un ecosistema tropical, las estaciones en los páramos no se refieren a los cambios de temperatura a lo largo del año (la estacionalidad es diaria y no anual) sino a los cambios en la precipitación. En otras palabras, hay meses más lluviosos (invierno) que otros (verano).

La duración de una y otra estación y los meses exactos en que ocurren varían según las condiciones de cada localidad. El rango de precipitación en todo el páramo (es decir, en todos los países que lo poseen) está entre 500 y 3.000 mm por año. Así mismo, la humedad relativa tiene un rango entre 25 y 100%, con un promedio de 70-85%

Las variaciones locales tienen efectos sobre la vegetación y sobre los animales de diversa manera. Uno de los más claros es el de las migraciones: los animales se mueven de un sitio a otro buscando condiciones favorables para alimentarse o reproducirse. No se ha estudiado mucho sobre las migraciones en el páramo pero es obvio que existen y que son consecuencia de una mayor oferta de alimento u otros recursos en determinadas épocas del año.

1.1.7. Problemas en los Páramos.

En Ecuador, según (Proyecto Páramo) el 60% del espacio definido como páramo está siendo intervenido, su superficie ha disminuido drásticamente a nivel nacional en los últimos 40 años, resultado del agotamiento de las tierras bajas, disminución de los rendimientos y avance de la frontera agrícola, crecimiento de la población que demanda superficies agrícolas, el fraccionamiento de las tierras comunales, poca tierra debido a la distribución por herencia.

El acceso a las tierras de altura y páramo ha sido largo, las poblaciones que habitan y usan actualmente estas zonas viven principalmente de la agricultura y ganadería por lo que la presión que realizan sobre estos recursos es por sobrevivencia.

1.1.8. Servicios Ambientales del Páramo.

Aparte de los usos que pueden prestar varias especies o grupos de especies del páramo, el ecosistema como un todo también genera beneficios para la sociedad, tanto en el páramo mismo como a grupos humanos alejados del páramo pero que lo aprovechan de manera muy importante (muchas veces sin enterarse de ello). Ya se ha considerado un par de casos el servicio ambiental relacionado con la belleza escénica (frailejones y yaguales). De hecho, esta característica viene dada por el conjunto de frailejones y yaguales y no por los individuos aislados. El paisaje de páramo, en general, puede ser muy atractivo y así generar ingresos para las comunidades locales y para empresas a más amplia escala a través de un ecoturismo bien entendido y manejado.

Hay ejemplos de comunidades que están intentando desarrollar actividades en este sentido, como las que forman parte de la Federación de Organizaciones y Comunidades Indígenas de las Faldas del Chimborazo y de empresas grandes que aprovechan la infraestructura y la superficie de las grandes haciendas, como las de la zona del Cotopaxi. Si bien el ecoturismo bien manejado puede ser una alternativa muy sustentable para las comunidades parameras, se corre al momento el riesgo de que cualquier comunidad vea en su páramo una

oportunidad de éstas cuando en realidad su infraestructura podría ser insuficiente (local y regionalmente), su capacitación inadecuada y la misma oferta turística reducida.

La vegetación también tiene qué ver, de manera tal vez indirecta pero muy importante, con ambos servicios ambientales que han recibido mucha atención en los últimos tiempos: la provisión de agua y la retención de carbono. Son los particulares suelos parameros los que realizan de manera directa estas funciones, pero la vegetación contribuye tanto en su formación como en su conservación y retención. El cambio climático y más específicamente el calentamiento global se deben a que en el último siglo el uso de combustibles fósiles y la deforestación han aumentado exponencialmente, con la consecuente producción excesiva de CO₂ (dióxido de carbono), lo que ha causado que su concentración en la atmósfera sea mucho más alta que la natural. Por esto el globo se está calentando: es el llamado efecto invernadero. Para la mitigación de este efecto, existen dos maneras complementarias de bajar la concentración de CO₂ atmosférico. La primera es evitar o al menos disminuir importantemente, las emisiones de CO₂ y la segunda es remover el exceso que ya está en la atmósfera. Evitar o disminuir sustancialmente las emisiones se puede lograr por medio de industria y vehículos más eficientes en su uso de combustible, pero también al evitar la tala de bosques, que en su mayoría después se queman y así producen CO₂. Eliminar CO₂ de la atmósfera actualmente se puede hacer sólo de una manera: plantando árboles, ya que un árbol en crecimiento fija CO₂ en vez de emitirlo.

1.1.8.1. Contenido de Carbono Orgánico en los Páramos Ecuatorianos.

La selva húmeda tropical tiene una biomasa con un valor de hasta 500 toneladas de materia seca por hectárea, lo que es equivalente a 250 toneladas de carbono. Si no se protege este bosque, y alguien decide tumbarlo para hacer un cultivo, se emiten 250 toneladas de carbono elemental (una unidad de carbono elemental, C, equivale a 3,6 unidades de CO₂). El pajonal de páramo tiene máximo 40 toneladas por hectárea de materia seca en su vegetación, o sea, al quemar la vegetación se pierden máximas 20 toneladas de carbono elemental.

Pero en el cálculo anterior no hemos incluido el suelo. En la selva tropical, el suelo casi no contiene materia orgánica (carbono). La descomposición de la hojarasca es tan rápida que los restos vegetales son en la mayoría de los casos totalmente oxidados antes de ser incorporados en el suelo. Por esto, el suelo orgánico no es más profundo que 10 cm y el contenido de carbono elemental es máximo 5%. Así, si tenemos una densidad aparente del suelo de 1 kg/litro, obtenemos una cantidad de carbono en el suelo de 50 toneladas por hectárea. En el páramo, los suelos típicamente son muy negros y húmedos. Por el clima frío, la alta humedad y el hecho de que los suelos son formados en cenizas volcánicas recientes, la descomposición de materia orgánica es muy lenta. Por esto existe una gran cantidad de carbono almacenada en una capa gruesa de, en el caso de los páramos de El Ángel, hasta 2 metros de profundidad. Si se considera este caso extremo de Carchi, donde estos 2 metros tienen una concentración de 17% de carbono en el suelo, con una densidad aparente de 0,5 kg/litro, podemos calcular que en estos suelos se almacenan 1700 toneladas de carbono por hectárea. Así,

es evidente que en el ecosistema paramero, si se considera el suelo, puede almacenar más carbono que la selva tropical. (5)

1.1.8.2. Dinámica del carbono orgánico en los suelos

Las existencias de carbono orgánico presente en los suelos naturales representan un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición (mineralización). En condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y sola una pequeña fracción (1%) del que ingresa (55 Pg/año) se acumula en la fracción húmica estable (0,4 Pg/año).

La materia orgánica del suelo tiene una composición muy compleja y heterogénea y está por lo general mezclada o asociada con los constituyentes minerales del suelo. Se han desarrollado un gran número de métodos de separación para identificar los distintos constituyentes de la materia orgánica del suelo, grupos cinéticos, p. ej. Grupos que pueden ser definidos por una cierta tasa de recambio del carbono.

La biomasa microbiana, la cual representa de uno a cinco por ciento del total de la materia orgánica del suelo y es una fuente de reserva de nutrientes (N, P). Esta es una fracción muy lábil que fluctúa con la estación y que también responde rápidamente a los cambios de manejo del suelo.

Los diferentes reservorios de carbono que existen en el suelo tienen distintos tiempos medios de residencia variando de uno a pocos años, dependiendo de la composición bioquímica, por ejemplo, la lignina es más estable que la celulosa-, a décadas o a más de 1 000 años (fracción estable). También hay alguna conexión

con la composición, pero principalmente con el tipo de protección o el tipo de uniones químicas. Para la fracción del carbono estable se debe hacer una distinción entre la protección física o química o captura: *protección física* significa un encapsulado de los fragmentos de la materia orgánica por las partículas de arcilla o por los macro o micro agregados del suelo, *protección química* se refiere a uniones especiales de la materia orgánica con otros constituyentes del suelo coloides o arcillas, pero más a menudo esto concierne compuestos orgánicos del suelo muy estables. Sin embargo, el término *captura de carbono* tal como se usa en el Protocolo de Kyoto no toma en consideración esas distinciones y es equivalente al término *almacenamiento* de cualquier forma de carbono.

Los diferentes grupos de materia orgánica en los suelos son influenciados por distintos factores. Las partículas de materia orgánica libre y la biomasa microbiana de los suelos son controladas por el aporte de residuos manejo de residuos de cultivos o cobertura del suelo y el clima. La agregación del suelo, la textura y la mineralogía controlan la materia orgánica en macroagregados y por lo tanto, la labranza tiene un gran efecto sobre el tamaño de esos reservorios. (6)

1.1.8.3. El Papel de los Suelos en el Ciclo del Carbono.

El ciclo terrestre del carbono en el suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera y se estima en cerca de 1 500 Pg C a 1 m de profundidad (cerca de 2 456 a dos metros de profundidad). El carbono inorgánico representa cerca de 1 700 Pg pero es capturado en formas más estables tales

como el carbonato de calcio. La vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) almacenan considerablemente menos cantidades que los suelos.

(Pg (Petagramo) = 10¹⁵ gramos = Gt (Gigatonelada) = mil millones de toneladas)(2,12 Petagramos de carbono equivalen a 1 ppm en la concentración atmosférica de CO₂)

Los flujos entre el carbono orgánico del suelo o terrestre y la atmósfera son importantes y pueden ser positivos bajo la forma de captura o negativos como emisión de CO₂.

Históricamente se han notado grandes variaciones. Houghton (1995) estima que las emisiones correspondientes al cambio de uso de la tierra -deforestación e incremento del pastoreo y de las tierras cultivadas- fueron cerca de 140 Pg entre 1850 y 1990 (de 0,4 Pg/año en 1850 a 1,7 Pg/año en 1990), con una liberación neta hacia la atmósfera de 25 Pg de carbono. De acuerdo con IPCC (2000), la pérdida histórica de los suelos agrícolas fue de 50 Pg de carbono en el último medio siglo, lo cual representa un tercio de la pérdida total del suelo y la vegetación.

En el pasado, el desarrollo de la agricultura fue la principal causa del incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, pero hoy día, los mayores contribuyentes son la combustión de los combustibles fósiles por parte de la industria y el transporte (6,5 Pg/año).

Un hecho importante, es que mientras la deforestación de muchas áreas tropicales produce emisiones de carbono estimadas en 1,5 Pg/año, al mismo tiempo se produce una acumulación en los ecosistemas terrestres de 1,8 a 2 Pg/año. Esto

representa lo que es conocido como el carbono faltante en el ciclo: un sumidero que podría estar situado principalmente en la parte norte del hemisferio norte. Los principales factores que actúan sobre la evolución de la materia orgánica conciernen la vegetación -ingreso de residuos, composición de las plantas-, los factores climáticos -condiciones de temperatura y humedad- y las propiedades del suelo -textura, contenido y mineralogía de la arcilla, acidez.

Otros factores relacionados con la fertilización del suelo (N, P o S) o con el riego, tienen efecto sobre la producción de las plantas y por lo tanto sobre el contenido de materia orgánica.

La tasa de mineralización de la materia orgánica del suelo depende sobre todo de la temperatura y de la disponibilidad de oxígeno -drenaje-, el uso de la tierra, los sistemas de cultivo, el manejo del suelo y de los cultivos. En un tipo de suelo dado expuesto a prácticas constantes, se alcanza un casi-equilibrio -situación estable- de la materia orgánica del suelo después de 30 a 50 años. En el contexto del combate del calentamiento global y del Protocolo de Kyoto, un punto importante es cómo crear en los suelos agrícolas de todo el mundo un sumidero de carbono bien cuantificado. Tal captura de carbono será relevante para los artículos 3.3 y 3.4 del Protocolo y también tendrá efectos positivos adicionales para la agricultura, el ambiente y la biodiversidad. (7)

1.1.8.4. El Papel Fundamental de la Materia Orgánica en los Suelos.

La materia orgánica del suelo es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas (p. ej. producción y economía) como en sus funciones

ambientales -entre ellas captura de carbono y calidad del aire. La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica. La cantidad, la diversidad y la actividad de la fauna del suelo y de los microorganismos están directamente relacionadas con la materia orgánica. La materia orgánica y la actividad biológica que esta genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos (Robert, 1996). La agregación y la estabilidad de la estructura del suelo aumentan con el contenido de materia orgánica. Estas a su vez, incrementan la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible en el suelo así como la resistencia contra la erosión hídrica y eólica. La materia orgánica del suelo también mejora la dinámica y la biodisponibilidad de los principales nutrientes de las plantas. (8)

1.1.9. Propiedades físico-químico de los suelos.

1.1.9.1. Acidez –Alcalinidad

En general las sustancias pueden ser ácidas, alcalinas y neutras.

Durante el proceso de humificación o sea de putrefacción del mantillo o materia orgánica para convertirse en humus, intervienen las bacterias y los hongos en cuyo trabajo van elaborando sustancias ácidas, por esto las tierras negras y polvorosas generalmente son ácidas, pero para contrarrestar su acidez, los agricultores aplican cal, que en contacto con el agua forman sustancias alcalinas.

La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones (H^+), pH. Así hay dos tipos de acidez: una la activa o real (debida a los H^+ en solución) y otra de cambio

o de reserva (para los H⁺ adsorbidos). Ambas están en equilibrio dinámico. Si se eliminan H⁺ de la solución se liberan otros tantos H⁺ adsorbidos.

Los factores que hacen que el suelo tenga un determinado valor de pH son diversos, fundamentalmente: naturaleza del material original, factor biótico, precipitaciones, complejo adsorbente (saturado en cationes ácidos o básicos). El rango de pH va desde, muy fuertemente Ácido que es menor a 4.5, Fuertemente Ácido que va desde 4.6 a 5.5, Medianamente Ácido 5.6 a 6, Ligeramente Ácido 6.1 a 6.5, Neutro 6.6 a 7.3, Ligeramente Alcalino 7.4 a 7.8, Moderadamente alcalino 7.9 a 8.4, Fuertemente Alcalino 8.5 a 9, Muy fuertemente Alcalino que es mayor a 9.1.

1.1.9.2. Salinidad

La salinidad del suelo se mide mediante la conductividad eléctrica en una solución del suelo. Para determinar la conductividad eléctrica se emplean conductímetros especiales con electrodos de platino y sus unidades son: mmhos/cm=

Suelos salinos: La conductividad eléctrica de los extractos de saturación exceden los 4 mmhos/cm. y el porcentaje de sodio intercambiable es menor a 15. Comúnmente la lectura de pH no excede los 8.5. (15)

1.1.9.3. Humedad

La importancia del agua es de tal magnitud, ya que al no existir ésta no sería posible la vida, hay dos objetivos principales en la medición del agua del suelo, el primero es determinar el contenido de humedad (cantidad de agua contenida en una unidad de masa o volumen del suelo), esta información es necesaria para calcular el agua que se necesita para restaurar la humedad, el otro objetivo es correlacionar la respuesta de la planta con la cantidad de agua presente en la zona radicular.

Desde el punto de vista agrícola guarda muchas interrelaciones con el suelo así:

- Debe existir agua para satisfacer los requerimientos de la evapotranspiración de las plantas en crecimiento.
- El agua actúa como un solvente y, junto con los elementos nutrientes forma la solución del suelo.
- Una elevada cantidad de agua en la superficie del suelo incide sobre la erosión.

Retención de la humedad del suelo.-Para ello se debe considerar los siguientes factores:

- El movimiento del agua hacia el suelo y dentro del suelo.

- La capacidad de almacenaje de humedad de los suelos.
- La disponibilidad de la humedad de los suelos para las plantas.

Cada uno de estos factores está directa o indirectamente relacionado con el tamaño y distribución de los poros del suelo y de la atracción de los sólidos del suelo por la humedad.

1.1.9.4. Textura

El suelo está constituido por partículas de diferente tamaño. Conocer la granulometría es esencial para cualquier estudio del suelo. Para agrupar a los constituyentes del suelo según su tamaño se han establecido muchas clasificaciones. Básicamente todas aceptan los términos grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase.

Se define textura del suelo como la relación existente entre los porcentajes de las diferentes fracciones (arena, limo y arcilla). Las combinaciones posibles de estos porcentajes pueden agruparse en unas pocas clases de tamaño de partículas o clases texturales.

En general, los suelos arenosos tienen buena aireación, son fáciles de labrar, son deficientes en nutrientes para las plantas, con baja retención de agua ya que se desecan con facilidad y son muy permeables. En los suelos limosos se producen efectos de impermeabilidad y mala aireación, carecen de propiedades coloidales y no tienen apenas la posibilidad de formar agregados. Los suelos arcillosos son

ricos en nutrientes, pero si hay un exceso de arcilla (>30%) son impermeables, las labores agrícolas son difíciles debido a su fuerte plasticidad en estado húmedo o a una excesiva compactación en estado seco. Los suelos con textura franca (equilibrada) es la ideal para el cultivo, aunque hay que tener en cuenta otros factores como el contenido en materia orgánica, régimen de humedad del suelo, clima.

Características de algunas texturas de suelo.

Textura Arenosa: es no cohesiva y forma sólo gránulos simples. Las partículas individuales pueden ser vistas y sentidas al tacto fácilmente. Al apretarse en la mano en estado seco se soltará con facilidad una vez que cese la presión. Al apretarse en estado húmedo formará un molde que se desmenuzará al palparlo.

Textura Franco arenosa: es un suelo que posee bastante arena pero que cuenta también con limo y arcilla, lo cual le otorga algo más de coherencia entre partículas. Los granos de arena pueden ser vistos a ojo descubierto y sentidos al tacto con facilidad. Al apretarlo en estado seco formará un molde que fácilmente caerá en pedazos, pero al apretarlo en estado húmedo el modo formado persistirá si se manipula cuidadosamente.

Textura Franca: es un suelo que tiene una mezcla relativamente uniforme, en términos cualitativos, de los tres separados texturales. Es blando o friable dando una sensación de aspereza, además es bastante suave y ligeramente plástico. Al apretarlo en estado seco el molde mantendrá su integridad si se manipula

cuidadosamente, mientras que en estado húmedo el molde puede ser manejado libremente y no se destrozará.

Textura Franco limosa: es un suelo que posee una cantidad moderada de partículas finas de arena, sólo una cantidad reducida de arcilla y más de la mitad de las partículas pertenecen al tamaño denominado limo.

Al estado seco tienen apariencia aterronada, pero los terrones pueden destruirse fácilmente. Al moler el material se siente cierta suavidad y a la vista se aprecia polvoriento. Ya sea seco o húmedo los moldes formados persistirán al manipularlos libremente, pero al apretarlo entre el pulgar y el resto de los dedos no formarán una “cinta” continua.

Textura Franco arcillosa: es un suelo de textura fina que usualmente se quiebra en terrones duros cuando éstos están secos. El suelo en estado húmedo al oprimirse entre el pulgar y el resto de los dedos formará una cinta que se quebrará fácilmente al sostener su propio peso. El suelo húmedo es plástico y formará un molde que soportará bastante al manipuleo. Cuando se amasa en la mano no se destruye fácilmente sino que tiende a formar una masa compacta.

Textura Arcillosa: constituye un suelo de textura fina que usualmente forma terrones duros al estado seco y es muy plástico como también pegajoso al mojarse. Cuando el suelo húmedo es oprimido entre el pulgar y los dedos restantes se forma una cinta larga y flexible.

1.1.9.5. Materia orgánica.

Los residuos de las plantas constituyen el material primario para la materia orgánica del suelo, los animales son considerados como fuentes secundarias de materia orgánica; los microorganismos (bacterias, hongos, actinomicetos y otros), realizan las transformaciones de los restos vegetales y animales incorporando nitrógeno a sus cuerpos a medida que la digestión procede. Parte de la proteína puede combinarse con la lignina y otros compuestos resistentes, constituyendo así parte del humus del suelo.

1.1.9.6. Relación carbono/nitrógeno

La relación C/N es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos, es decir, determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo, así como el tipo de humus que se encuentra en él.

El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos. El carbono fijado por la biomasa proviene del CO₂ atmosférico, reducido durante el proceso de fotosíntesis por las plantas, y suele oscilar en torno a un 50-60% de la materia orgánica.

Cuanto menor sea el valor de esta relación, mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la calidad edáfica será superior.

Aquí se exponen de forma general los diferentes valores de relación C/N que dan lugar a diferentes calidades edáficas de la materia orgánica:

(<8) Muy buena, (8-10) Buena, (12-15) Mediana, (15-20) Deficiente, (20-30) Mala, (>30) Muy mala.

Cuando los restos orgánicos caen al suelo, se produce una intensa actividad microbiana, debido a la abundancia de restos fácilmente atacables. Después disminuye la actividad al ir quedando los restos más estables. La relación C/N disminuye poco a poco por la mineralización. Cuanto más baja es la relación C/N de la materia orgánica del suelo, mayor es su tasa de mineralización. También decir que si dichos restos orgánicos poseen alta relación C/N la actividad microbiana va a ser escasa. Cuando la transformación de la materia orgánica termina, la relación C/N suele encontrarse aproximadamente en 12. (16)

1.1.9.7. Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

1.1.9.8. Capacidad de Infiltración.

La capacidad de infiltración es la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones, valor que es variable en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma al suelo, y la mayor o menor compactación que tiene el mismo.

- **Factores que Afectan la Capacidad de Infiltración:** Influyen en el proceso de infiltración: entrada superficial, transmisión a través del suelo, capacidad de almacenamiento del suelo, características del medio permeable, y características del fluido.
- **Entrada Superficial:** La superficie del suelo puede estar cerrada por la acumulación de partículas que impidan, o retrasen la entrada de agua al suelo.
- **Transmisión a Través del Suelo:** El agua no puede continuar entrando en el suelo con mayor rapidez que la de su transmisión hacia abajo, dependiendo de los distintos estratos.
- **Acumulación en la Capacidad de Almacenamiento:** El almacenamiento disponible depende de la porosidad, espesor del horizonte y cantidad de humedad existente.
- **Características del Medio Permeable:** La capacidad de infiltración está relacionada con el tamaño del poro y su distribución, el tipo de suelo – arenoso, arcilloso-, la vegetación, la estructura y capas de suelos.
- **Características del Fluido:** La contaminación del agua infiltrada por partículas finas o coloides, la temperatura y viscosidad del fluido, y la cantidad de sales que lleva. (17)

1.1.9.9. Proceso de Infiltración.

El proceso de infiltración puede continuar sólo si hay espacio disponible para el agua adicional en la superficie del suelo. El volumen disponible para el agua adicional depende de la porosidad del suelo y de la tasa a la cual el agua antes infiltrada puede alejarse de la superficie a través del suelo. La tasa máxima a la que el agua puede entrar en un suelo se conoce como capacidad de infiltración. Si la llegada del agua a la superficie del suelo es menor que la capacidad de infiltración, toda el agua se infiltrará. Si la intensidad de precipitación en la superficie del suelo ocurre a una tasa que excede la capacidad de infiltración, el agua comienza a estancarse y se produce la escorrentía sobre la superficie de la tierra, una vez que la cuenca de almacenamiento está llena. (18).

TABLA N° 1. Velocidad de infiltración del agua en relación a la clase de infiltración.

Velocidad de infiltración (minutos por centímetro)	Velocidad de infiltración (centímetros por hora)	Clases de infiltración
<1.18	> 50.80	Muy rápido
1.18 – 3.94	15.24 – 50.80	Rápido
3.94 – 11.81	50.80 – 15.24	Moderadamente rápido
11.81 – 39.37	15.24 – 5.08	Moderado
39.37 – 118.11	5.08 – 1.52	Moderadamente lento
118.11 – 393.70	1.52 – 0.51	Lento
393.70 – 15,748.03	0.51 – 0.0038	Muy lento
> 15,748.03	< 0.0038	Impermeable

Fuente: SIAR, guías y manuales de terrenos.

TABLA N° 2. Velocidad de infiltración en relación a la textura del suelo.

Textura del suelo	Velocidad de Infiltración (cm/hr)
Arenoso	5 (2,5-25,5)
Franco arenoso	2,5 (1,3-7,6)
Franco	1,3 (0,8-2,0)
Franco arcilloso	0,8 (0,25-1,5)
Arcillo arenoso	0,25 (0,03-0,5)
Arcilloso	0,5 (0,01-0,1)

Fuente: SIAR, guías y manuales de terrenos.

1.1.10. Marco Legal.

1.1.10.1. EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS DE PAJONAL EN EL ECUADOR.

La ausencia de un marco jurídico relacionado con la conservación, uso y aprovechamiento sostenible del páramo en el Ecuador, ha limitado las estrategias, planes y propuestas destinados a evitar su desaparición, y por ende la pérdida de sus recursos naturales y biodiversidad asociados.

Una parte significativa del bioma páramo está dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), lo que, a pesar de no existir legislación específica vinculada con este ecosistema, le condiciona a que la legislación ambiental de cierto modo regule algunos de sus usos; en este sentido, es prioritario que los páramos formen parte del patrimonio de áreas protegidas bajo categorías de manejo tales como: reservas ecológicas, biológicas, áreas nacionales, parques nacionales, entre otras.

En estos espacios, dada su naturaleza especial de "protección", no pueden realizarse otras actividades que no sean las establecidas en la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, tal como lo dispone el Art. 68 cuando dice que: "El patrimonio de áreas naturales del Estado deberá conservarse inalterado." bajo categorías importantes como la de ser inalienable, es decir que no se puede enajenar, y la de ser imprescriptible, no pudiendo constituirse ningún derecho real sobre él.

A pesar de esta expresa disposición legal, cabe señalar que existen múltiples casos de personas particulares que tienen título de propiedad de zonas de páramo dentro de las áreas protegidas. Estos títulos han sido legalizados antes de la declaratoria de cada área. En este caso, esos derechos adquiridos al amparo de la legislación nacional deben respetarse; sin embargo, la imposición de un "gravamen" en estricto derecho, sobre las áreas que están físicamente dentro de un área protegida, le condiciona a enmarcarse en un contexto especial de manejo del área, el cual le brinda facultades y a la vez le impone restricciones especiales sobre usos del suelo, de los recursos naturales, del agua, según los programas

específicos de ordenamiento. De no ser así, la declaratoria de un área protegida no cumpliría su objetivo.

El plan de manejo del área es un instrumento que debe ser elaborado en forma participativa con los actores directos e indirectos, atendiendo los criterios de zonificación y ordenamiento territorial y ambiental; si bien no es un texto legal, establece los límites del uso de los recursos en ese espacio.

Según el artículo 70 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, las "tierras y recursos naturales de propiedad privada comprendidos dentro de los límites del patrimonio de áreas naturales, serán expropiadas o revertirán al dominio del Estado, de acuerdo con las leyes de la materia". Esto no se ha realizado en el Ecuador porque la expropiación implica, además, la indemnización a los sujetos de la expropiación, y el Estado no dispone de recursos para ello.

En estas áreas también existen posesionarios que carecen de títulos de propiedad. Estos territorios no podrán legalizarse luego la declaratoria, pues, como señalamos anteriormente, sobre estas áreas no cabe ningún derecho real, debiendo -según el caso- firmarse convenios de uso y manejo entre los posesionarios o tenedores con el Ministerio del Ambiente, entidad que tiene a su cargo la planificación, manejo, desarrollo, administración, protección y control del patrimonio de áreas naturales del Estado.

El uso del páramo responde a prácticas consuetudinarias (como la quema de pajonal) en el caso de pueblos de raíces ancestrales como los quichuas,

asentados en las zonas alto andinas; este uso también se da de acuerdo a las costumbres o necesidades locales de campesinos y agricultores.

Es precisamente en estas áreas, en las que la frontera agrícola se ha expandido rápidamente, donde las zonas de matorral y de paja son permanentemente reemplazadas por cultivos de productos agrícolas o por pasto para ganado.

Al momento se cuenta con una propuesta de reglamento de conservación, uso y manejo de páramos, que compila prácticas y experiencias de manejo de diferentes pueblos quichuas de la región interandina, el cual es un documento base que debe enriquecerse con el aporte de otros actores, además de criterios técnicos científicamente validados, en los que deberá primar el concepto de restauración ecológica y a la vez el de protección de estos ecosistemas, clasificándolos como biomas altamente vulnerables o ecosistemas frágiles de gran valor ecológico y de supervivencia, características que permitan excluirlos de actividades agropecuarias, forestales y extractivas.

1.1.10.2.DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

Artículo 17.- La conservación de la biodiversidad se realizará *in-situ* o *ex-situ* dependiendo de sus características ecológicas, niveles de endemismo, peligro de extinción y erosión genética, conforme a las directrices de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y sus correspondientes planes de acción, que serán formulados por el Ministerio del Ambiente.

De la Conservación *In Situ*

Artículo 18.- Adicionalmente al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, serán objeto prioritario de conservación *in situ*, las áreas, regiones, ecosistemas, especies, poblaciones, razas o variedades animales y vegetales que, indistintamente resguarden la capacidad de soporte de la oferta ambiental de bienes y servicios para las actividades de producción y consumo sustentable y representen altos valores de uso o de opción ligados a los requerimientos socio-económicos y culturales locales, nacionales e internacionales, y que:

- a) Constituyan centros de endemismo o posean altos niveles de biodiversidad.
- b) Tengan particular significado religioso, sagrado, o cultural.
- c) Se encuentren amenazadas o sufran erosión genética.

Sección I

1.1.10.3. Del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Artículo 19.- El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegida es el conjunto de áreas terrestres y marinas, que incluye muestras representativas de los ecosistemas del país, con diferentes categorías de manejo, apoyadas por zonas de amortiguamiento y corredores ecológicos, que relacionadas entre sí y a través de su protección y manejo contribuyen al cumplimiento de los objetivos de conservación establecidos en esta Ley.

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas compatibilizará usos múltiples, bajo el concepto de manejo integral de ecosistemas.

Constituyen el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas los siguientes subsistemas de áreas:

- a) Las áreas del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales Protegidas;
- b) Las áreas de protección ecológica declaradas por los Gobiernos Seccionales Autónomos.
- c) Las áreas naturales protegidas privadas y comunitarias.

Las áreas de los subsistemas definidos en esta Ley se clasifican en distintas categorías de manejo. El procedimiento para la creación, declaratoria y manejo de las áreas del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas será establecido por el Ministerio del Ambiente en el Reglamento General de Aplicación de la presente Ley.

Artículo 20.- Las áreas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas serán incorporadas al Registro Forestal y de Áreas Naturales Protegidas a cargo del Ministerio del Ambiente, el cual comunicará al Registro de la Propiedad y a la entidad encargada del Catastro Nacional correspondiente, a efectos de que dicha declaratoria sea incorporada al historial del predio. Dicha incorporación no tendrá validez si no ha sido comunicada por el Ministerio del Ambiente.

Artículo 21.- Los objetivos de conservación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas son:

- a) Conservar y utilizar sustentablemente la biodiversidad y los recursos genéticos
- b) Conservar en estado natural muestras representativas de ecosistemas, comunidades bióticas, unidades biogeografías y regiones fisiográficas del país

- c) Mantener las funciones ambientales y los procesos ecológicos
- d) Conservar y utilizar sustentablemente poblaciones viables de especies silvestres;
- e) Proteger especies silvestres endémicas y amenazadas de extinción
- f) Proteger recursos paisajísticos y formaciones geológicas o paleontológicas sobresalientes
- g) Proteger las cuencas hidrográficas y los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos
- h) Facilitar la investigación científica y el monitoreo ambiental
- i) Promover el mantenimiento de atributos culturales específicos y de los conocimientos tradicionales de las poblaciones locales
- j) Contribuir a la educación ambiental de la población
- k) Brindar oportunidades sustentables para la recreación y el turismo orientado a la naturaleza y la interpretación ambiental.
- l) Proveer bienes y servicios ambientales, económicos, sociales y culturales que puedan ser utilizados de manera sustentable, especialmente por pueblos indígenas, afro ecuatorianos y comunidades locales, asentadas al interior y en las zonas aledañas a las áreas protegidas.

Los objetivos de conservación específicos para cada categoría de manejo serán establecidos en el Reglamento General de Aplicación de esta Ley.

Artículo 22.- Corresponde al Ministerio del Ambiente planificar, coordinar, controlar y evaluar el manejo del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, especialmente con la participación de otras entidades del sector público, entidades

del régimen seccional autónomo, los pueblos indígenas, afro ecuatorianos y comunidades locales, organizaciones no gubernamentales de conservación, instituciones de investigación, el sector privado y otros actores vinculados, según corresponda.

Las actividades que se desarrollen dentro de las áreas del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas estarán limitadas de acuerdo a su categoría y plan de manejo. Los planes de manejo serán aprobados por el Ministerio del Ambiente, pudiendo delegar su formulación y ejecución en personas jurídicas de derecho público o privado debidamente calificadas por dicho Ministerio, de conformidad con lo que señale el Reglamento General de Aplicación de esta Ley.

Artículo 23.- El Estado reconoce el aporte de los pueblos indígenas, afro ecuatorianos y comunidades locales al manejo y conservación de la biodiversidad. En las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas en donde existen tierras comunitarias los pueblos indígenas, afro ecuatorianos y comunidades locales participarán en la elaboración del plan de manejo y en las actividades de gestión de dichas áreas.

Artículo 24.- La ejecución de obras de infraestructura dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas podrá ser autorizada únicamente por el Ministerio del Ambiente, solamente cuando la obra haya sido declarada de interés nacional por el mismo, en base a informes técnicos aprobados por las instancias respectivas concernidas. Se garantizará la minimización de los impactos ambientales y sociales, el procedimiento de consulta previa y los demás requisitos previos establecidos por la ley y los reglamentos respectivos.

Artículo 25.- En las áreas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas se prohíben las actividades de minería, extracción comercial de madera, forestación industrial, agricultura, ganadería y acuicultura intensiva, pesca industrial, así como nuevas concesiones petroleras.

Artículo 26.- En las áreas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas se prohíben las actividades de cacería, pesca, captura, recolección y comercialización interna y exportación de especímenes, elementos constitutivos y subproductos de especies silvestres, terrestres, marinas y dulceacuícolas.

Se reconoce el derecho de los pueblos indígenas y afro-ecuatorianos a realizar actividades de cacería de subsistencia, en sus territorios o propiedades, de acuerdo al Reglamento General de Aplicación de esta Ley.

Por excepción, y solo como medida de manejo y/o para objeto de investigación científica de ciertas especies, el Ministerio del Ambiente podrá autorizar bajo estrictas regulaciones algunas de las actividades mencionadas en el inciso primero del presente artículo.

Artículo 27.-La actividad turística, en las áreas protegidas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas estará restringida a zonas definidas para el uso público y especificadas en los correspondientes planes de manejo de cada área y de acuerdo a análisis de capacidad de carga y otros mecanismos que garanticen la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de dichas áreas. (9)

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Métodos y Técnicas

2.1.1. Recopilación de Información.

2.1.1.1. Contacto con instituciones de apoyo

Se contactó con técnicos del H. Consejo Provincial de Chimborazo, ESPOCH, UCASAJ (Unión de Organizaciones Campesinas de San Juan) y de Proyecto Andes, los cuales brindaron el apoyo necesario para la elaboración del presente trabajo.

Se realizaron reuniones informativas, para la ejecución de la propuesta contando con el apoyo de un equipo de trabajo, como un guía de la zona, quienes fueron una fuente de ayuda para la ejecución de este proyecto.

Foto 1. Reunión con los técnicos del H.C.P.CH., ESPOCH.



Fuente: Investigadores, 2011.

2.1.1.2. Líderes comunitarios

Se contó con apoyo de los líderes comunitarios tanto de la comunidad Shobol Llin como de la comunidad Chimborazo quienes acompañaron en algunas acciones durante el desarrollo de la investigación. Durante los diversos recorridos, se contó con la guía de una persona conocedora de la zona, pues esto ayudó a obtener información de los usos históricos de los páramos de las comunidades mencionadas.

Foto 2. Contacto con los líderes comunitarios



Fuente: Investigadores, 2011.

2.1.1.3. Información de los usos históricos de los suelos.

Se realizaron recorridos de observación en las zonas de estudio dentro de las comunidades, para identificar las características del terreno, topografía y los usos

del suelo. Además se realizó una investigación del uso histórico del suelo, mediante conversaciones y entrevistas con los habitantes de las comunidades. En estos recorridos se identificarán los sitios apropiados para realizar el muestreo. (ANEXO 3)

La información levantada in situ, se registró en matrices previamente establecidas por DÌAZ. P (2007), la misma que serán modificadas según la caracterización de la situación actual, de las actividades antrópicas que predominan en cada zona de intervención. (ANEXO 1). (10)

Foto 3. Entrevista con los habitantes.



Fuente: Investigadores, 2011.

2.1.1.4. Características del lugar

La presente investigación se llevó a cabo en los Páramos de las Comunidades de Shobol Llin Llin y Chimborazo, parroquia San Juan, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo - Ecuador.

La Comuna de Shobol Llin llin y Chimborazo, se ubica en la zona 17, América del Sur, delimitada por las coordenadas en UTM enunciadas en la tabla 14.

TABLA N° 3. Limites, número de habitantes y ubicación geográfica de la Comunidad de Chimborazo y Shobol Llin llin.

Comunidad	Coordenadas (UTM)		Habitantes	Extensión de páramo (ha)	Limites			
	X	Y			Norte	Sur	Este	Oeste
Shobol Llin llin	754680	9854678	1000	350	Comuna Guabo	Cerro iglesia Rumi	Shobol Pamba	Campamento de la Cemento Chimborazo
Chimborazo	746667	9825460	600	210	Verde Cocha	Machiurco	Comuna de Santa Isabel	Páramos de Gulag

Fuente: IGM, 2011.

2.1.1.4.1. Selección de los puntos de muestreo

Después de haber recorrido las zonas en ambas comunidades, se establecieron los puntos de muestreo, para esto se realizó divisiones en pisos altitudinales, dependiendo del tipo de vegetación, la existencia de intervención humana y el uso que se le da al suelo. Y se realizó un muestreo del suelo y de la Biomasa.

Foto 4. Reconocimiento y selección de los puntos de monitoreo



Fuente: Investigadores, 2011.

2.1.1.4.2. Puntos monitoreo

2.1.1.4.2.1. En la comunidad Chimborazo

El Páramo de la Comunidad Chimborazo, tiene una extensión 210 ha de páramo, para efectos de estudio tomamos un rango desde los 3650 msnm hasta los 3900 msnm, comprende zonas en las que se evidencia intervención humana y suelos de páramo intactos, para la determinación de los puntos se utilizó los criterios de observación directa, declaraciones de habitantes, así como el recorrido de la zona, determinando los siguientes puntos. (ANEXO 10)

a) El punto CH-A Se encuentra a una altura desde los 3650 msnm hasta los 3750 msnm, se escogió este punto de muestreo porque consta de diferentes tipos de vegetación a diferentes altitudes, además existe una zona intervenida. Por lo tanto, se dividió en cinco puntos de muestreo.

a.1) Punto CH-A1 Esta zona de muestreo posee una mezcla de vegetación de Paja y Almohadilla, se puede determinar el contenido de carbono orgánico total almacenado en estos dos tipos de biomasa y en suelo.

Foto 5. Punto de muestreo CH-A1 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

a.2) Punto CH-A2 En este punto encontramos la presencia de Almohadilla, además, este lugar de muestreo se encuentra a lo largo de un camino de tercer orden en donde circulan personas, animales y vehículos los cuales pueden afectar el contenido de C.O. en suelo y en la biomasa.

Foto 6. Punto de muestreo CH-A2 de Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

a.3) Punto CH-A3 En esta zona intervención humana, como se puede observar en la foto 7, esta zona no tiene cobertura vegetal y es de mucha importancia porque permite comparar datos con suelos con cobertura vegetal.

Foto 7. Punto de muestreo CH-A3 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

a.4) Punto CH-A4 En esta zona existe una vegetación de Pajonal se encuentra junto a un bosque de pino y es muy importante conocer el contenido de Carbono Orgánico y poder comparar con los datos obtenidos con los de bosque.

Foto 8. Punto de muestreo CH-A4 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

a.5) Punto CH-A5 En este punto existe un bosque de pino y dentro de este bosque hay una vegetación de paja, es de mucha importancia determinar el contenido de carbono orgánico tanto en biomasa y en el suelo y verificar la variación del contenido de Carbono Orgánico.

Foto 9. Punto de muestreo CH-A5 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

b) El punto CH-B Se encuentra a una altura desde los 3730 msnm hasta los 3770 msnm, es una zona con presencia de paja y almohadilla, con intervención humana con fines de pastoreo y es importante conocer el contenido de Carbono Orgánico en un Páramo Intervenido.

Foto 10. Punto de muestreo CH-B del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

c) El punto CH-C Se encuentra a una altura desde los 3770 msnm hasta los 3900 msnm, de acuerdo con declaraciones de habitantes de la zona el sector presentaba muy poca intervención, por lo cual fue necesario dividir en tres puntos de muestreo.

c.1) Punto CH-C1 En esta zona se encuentra una vegetación mixta entre paja y almohadilla en la cual se puede determinar el contenido de Carbono Orgánico, además no existe intervención humana.

Foto 11. Punto de muestreo CH-C1 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

c.2) Punto CH-C2 En este punto existe intervención humana con fines agrícolas, es de mucha importancia conocer el contenido de Carbono Orgánico para comprar datos con suelos que no hayan sido intervenidos.

Foto 12. Punto de muestreo CH-C2 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

c.3) Punto CH-C3 En esta zona de páramo tiene una vegetación de pajonal alto, no presenta intervención humana y es la parte más elevada con lo que se puede comparar datos de concentración de Carbono Orgánico con zonas de menor altitud.

Foto 13. Punto de muestreo CH-C3 del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores, 2011.

2.1.1.4.2.2. En la comunidad de Shobol Llin llin.

En el Páramo de la comunidad de Shobol Lin llin, de una extensión 350 ha de páramo, para la investigación se tomó una altitud desde los 3600 msnm hasta los 3950 msnm, comprende zonas de en las que se evidencia intervención humana y suelos de páramo intactos, para la determinación de los puntos se utilizó los criterios de observación directa, declaraciones de habitantes, así como el recorrido de la zona, determinando los siguientes puntos. (ANEXO 11)

d) El punto SH-A se encuentra a una altura desde los 3600 msnm hasta los 3700 msnm, en este punto de muestreo consta de diferentes tipos de vegetación y tiene zonas intervenidas que son utilizadas para la agricultura. Por lo tanto, se dividió en tres puntos de muestreo.

d.1) Punto SH-A1 En esta zona se evidencia intervención humana con fines agrícolas (siembra de habas), es importante determinar el Carbono Orgánico y comparar con zonas que posean vegetación de páramo.

Foto 14. Punto de muestreo SH-A1 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin llin.



Fuente: Investigadores, 2011.

d.2) Punto SH-A2 En este punto no presenta intervención humana por lo que es importante conocer el contenido de Carbono Orgánico presente en esta vegetación y en el suelo.

Foto 15. Punto de muestreo SH-A2 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

d.3) Punto SH-A3 En esta zona presenta intervención humana con fines agrícolas (siembra de vicia), es muy importante conocer el contenido de Carbono Orgánico que está almacenado en el suelo con este tipo de vegetación.

Foto 16. Punto de muestreo SH-A3 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

e) Punto SH-B Se encuentra a una altura desde los 3700 msnm hasta los 3950 msnm, consta de diferentes pisos altitudinales y diferentes tipos de vegetación, además consta de zonas intervenidas. Por lo tanto, se dividió en cuatro puntos de muestreo.

e.1) Punto SH-B1 En el sitio de muestreo se evidencia una vegetación de pajonal y almohadilla, es importante conocer el contenido de Carbono Orgánico en estas especies y comprar con otros tipos de vegetaciones presentes.

Foto 17. Punto de muestreo SH-B1 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

e.2) Punto SH-B2 En esta zona presenta poca intervención humana, además consta con una vegetación de pajonal alto, es muy importante para conocer el contenido de Carbono Orgánico presente y comprar con otros tipos de vegetaciones presentes en este piso altitudinal.

Foto 18. Punto de muestreo SH-B2 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

e.3) Punto SH-B3 Se evidencia un páramo intervenido con un bosque de pinos y con una vegetación de pajonal y almohadilla, es muy importante conocer el contenido de Carbono Orgánico con este tipo de vegetación mixta.

Foto 19. Punto de muestreo SH-B3 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

e.4) Punto SH-B4 Este punto es la parte mas elevada del páramo, no tiene intervención humana y es de mucha importancia conocer el contenido de Carbono Orgánico presente en este tipo de vegetación a esta altitud.

Foto 20. Punto de muestreo SH-B4 del Páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

f) Punto SH-C Se encuentra a una altura desde los 3800 msnm hasta los 3900 msnm, tiene una vegetación de pajonal alto, además en una zona posee intervención humana. Por lo tanto, se dividió en dos puntos de muestreo.

f.1) Punto SH-C1 En esta zona no consta de cobertura vegetal, por lo que es importante conocer el contenido de Carbono Orgánico y comparar con zonas no intervenidas, que posean cobertura vegetal a esta misma altitud.

Foto 21. Punto de muestreo SH-C1 del páramo de la comunidad de Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

f.1) Punto SH-C2 Es un páramo que no presenta intervención humana, además consta de una vegetación de pajonal alto, es muy importante para conocer el contenido de Carbono Orgánico presente y comprar con la zona que no tiene cobertura vegetal que se encuentra en el mismo lugar de estudio.

Foto 22. Punto de muestreo SH-C2 del páramo de la comunidad de Shobol Lin Ilin.



Fuente: Investigadores, 2011.

FIGURA 1. Ubicación de puntos de monitoreo en el Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: IGM 2011.

FIGURA 2. Ubicación de puntos de monitoreo en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin Llin.



Fuente: IGM 201

2.1.1.4.3. Codificación de muestras.

TABLA N° 4. Codificación de las muestras de suelo de Páramo de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Llin.

COMUNIDAD		PUNTO DE MUESTREO	SUB PUNTOS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO	CÓDIGO DE PROFUNDIDAD DE MUESTREO
Chimborazo	CH	A	A1	90-60	S-1
				60-30	S-2
				30-0	S-3
Chimborazo	CH	A	A2	90-60	S-4
				60-30	S-5
				30-0	S-6
Shobol Llin Llin	SH	A	A1	90-60	S-1
				60-30	S-2
				30-0	S3

Fuente: Investigadores, 2011.

TABLA N° 5. Codificación de paja (Parte aérea y raíz) de las Comunidades de Chimborazo y Shobol Llin Llin.

COMUNIDAD		PUNTO DE MUESTREO	SUB PUNTOS	CODIFICACIÓN PARTE AÉREA DE LA PAJA	CODIFICACIÓN DE LA RAÍZ DE LA PAJA
Chimborazo	CH	A	A1	P-1	RP-1
Chimborazo	CH	A	A2	P-2	RP-2
Shobol Llin Llin	SH	A	A1	P-1	RP-1

Fuente: Investigadores, 2011.

TABLA N° 6. Tabla de codificación de almohadilla (Parte aérea y raíz) de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Llin.

COMUNIDAD		PUNTO DE MUESTREO	SUB PUNTOS	CODIFICACIÓN PARTE AÉREA DE LA ALMOHADILLA	CODIFICACIÓN DE LA RAÍZ DE LA ALMOHADILLA
Chimborazo	CH	A	A1	AL-1	RAL-1
Chimborazo	CH	A	A2	AL-2	RAL-2
Shobol Llin Llin	SH	A	A1	AL-1	RAL-1

Fuente: Investigadores, 2011.

2.1.1.5. Muestreo

Los puntos de muestreo establecidos son muy diversos por lo tanto la toma de muestra debe realizarse considerando las condiciones particulares del lugar, procurando respetar los protocolos de muestreo establecidos. (TABLA 7)

Foto 23. Realización del muestreo.



Fuente: Investigadores, 2011.

TABLA N° 7. Técnicas de muestreo para recolectar muestra de suelo y biomasa.

MUESTREO	TÉCNICA
Suelo	<p>Se procederá a limpiar la superficie del suelo, aprox. unos 2cm, las muestras obtenidas utilizando el barreno serán puestas en tres baldes de 15 litros, a cada balde le corresponde las muestras de cada capa estudiada (0-30 cm, 30-60 cm y de 60-90 cm), en los que luego de haber realizado el muestreo en zigzag, se procederá a homogenizar el contenido de cada balde para obtener una muestra compuesta, y posteriormente se recogerá una cantidad de aproximadamente 1kg para los análisis fisicoquímicos y 10 g para los análisis microbiológicos, los cuales serán puestos en una fundas ziploc, para su posterior envío y análisis en laboratorio.</p>
Biomasa	<p>Se tomara en cuenta los mismos puntos muestreados para análisis de suelos, para la biomasa extraemos cuatro tipos de muestras diferentes que en este caso son: Paja que se lo hará desde los 0 hasta los 50 cm sobre el nivel de suelo, Paja Raíz que se lo hará desde los 0 hasta los 5 cm bajo el nivel del suelo, Almohadilla que se lo hará desde los 0 hasta los 7 cm sobre el nivel del suelo y la Almohadilla Raíz que se lo hará desde los 0 hasta los 8 cm bajo el nivel del suelo.</p> <p>Cada uno de estas muestras serán llevadas al herbario para determinar que tipo de pajonal es y su nombre científico.</p>

Fuente: Método unificado OLSEN para la red de laboratorios de suelos (RELASE).

TABLA N° 8. Técnicas de muestreo para Parámetros Físico – Químicos,
Microbiológicos en aguas.

MUESTREO	TÉCNICA
AGUAS	CUENCA HIDROGRAFÍA
	PARÁMETROS FISCO-QUÍMICOS
	Para la toma de muestras de agua se debe considerar el lavado de frascos, asegurarse de que la muestra sea lo más representativa posible, en general se debe tomar la muestra en la mitad del cuerpo de agua, contracorriente y con el frasco sumergido y dirigido hacia la superficie. Homogenice el recipiente varias veces con el agua que va a ser muestreada
	MICROBIOLÓGICOS
	La recolección de muestras de agua para los análisis bacteriológicos se lo realiza en un frasco estéril de 150 ml, la muestra se debe tomar en la mitad del cuerpo del agua evitando la parte superficial tratando de tomar una muestra representativa. En todo momento se debe considerar un trabajo aséptico.
	CONSUMO HUMANO
	MICROBIOLÓGICOS
	Se tomó una muestra domiciliaria de 250 mL de agua en recipiente estéril, la misma que fue llevada inmediatamente al laboratorio de microbiología para su análisis.
	PARÁMETROS FISCO-QUÍMICOS
	Se tomó una muestra domiciliaria de 1000 mL de agua, la misma que fue llevada inmediatamente al laboratorio para su análisis.

Fuente: Guía para el monitoreo de Agua de Corrientes Superficiales dirigida a Municipios Medianos y Pequeños del Ecuador

2.1.1.6. Técnicas de análisis de laboratorio

TABLA N° 09. Métodos y Técnicas para la determinación de Parámetros Físico-Químicos y Microbiológico en suelo.

Parámetro	Método	Técnica
Carbono Orgánico	Método colorimétrico de Walkley-Black. Bajo la norma NVN 5756	<p>Secar a temperatura ambiente la muestra de suelo recolectada, una vez seco, pesar 0,5 a 1,0 gramos de suelo, después del cernido por un tamiz de 2mm de malla; agregar 5ml de dicromato de potasio 1N y rotar suavemente, agregar 10ml de ácido sulfúrico al 97-98% y agitar por 5 a 10 segundos. Dejar reposar por 30 minutos y agregar 50ml de agua destilada, mezclar y dejar reposar durante toda la noche.</p> <p>Transvasar la solución sobrenadante a las celdas foto colorimétricas y leer el porcentaje de transmitancia en un fotocolorímetro, a la longitud de onda de 590 nm. El porcentaje de carbono orgánico se determinara por la ecuación de regresión de la curva de calibración, determinada previamente, a partir de los patrones primarios de glucosa o sacarosa, preparados en un rango de concentración de 0,00 a 0,04 % de carbono, sometido al mismo proceso de las muestras, y leídos a la misma longitud de onda. (12)</p>
Nitrógeno	Método Micro-Kjeldahl. Bajo la norma NF X31-III	<p>Pesar de 15-20 g de suelo y dejar en la estufa por 24 horas a una temperatura de 60 a 70°C. Una vez libre de humedad pese 0.1 g de muestra y pasar a un vaso volumétrico de 50mL, agregar 1 ml de Sulfato de Potasio (K₂SO₄) y 0.2 g de óxido de mercurio (HgO), agregar 4mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Digerir la muestra a temperatura baja por 30 minutos en el reverbero Kjeldahl. Subir la temperatura a 360°C y completar la digestión hasta que el material este completamente transparente. Dejar enfriar y agregar agua destila hasta llegar a un volumen de 50 ml, cuidando que esté completamente frío. Destilación: Tomar 10 ml, de la muestra y poner al destilador, luego</p>

		añadir 20 ml de hidróxido de sodio al 50% mas tiosulfato y finalmente añadir 10mL de agua destilada tratando de lavar la copa del destilador. Recibir el destilado en 10ml de ácido bórico más indicador mixto, evitando que exista escape de gases.
Conductividad		Colocar 10-20 g de muestra de suelo en un vaso de extracción (plástico), agregar de 25-50mL de agua destilada y revolver durante 5 minutos con una varilla de agitación, dejar reposa durante 30 minutos aproximadamente y revolver otra vez durante 5 minutos. Realizar la medición mientras se revuelve la muestra.
pH	Potenciómetro bajo la norma APHA/AWWA Standard Method No 4500-H+.	Colocar 10-20 g de muestra de suelo en un vaso de extracción (plástico), agregar de 25-50mL de agua destilada y revolver durante 5 minutos con una varilla de agitación, dejar reposa durante 30 minutos aproximadamente y revolver otra vez durante 5 minutos. Realizar la medición mientras se revuelve la muestra.
Humedad	Gravimétrico, bajo la norma NF P94-050.	Pesar 10 g de muestra sobre un papel o charola de aluminio a peso constante, colocar la muestra dentro de la estufa a 80°C de 12 a 24 horas. Sacar la muestra de la estufa y colocarla dentro de un desecador para que se enfríe. Pesar la muestra y calcular los porcentajes de humedad en el suelo por la diferencia de pesos.
Textura	Hidrómetro de Bouyoucos bajo la norma ASTM D422-83	Pesar 50g de suelo seco al aire y tamizado a 2 mm (TFSA) para suelos de textura fina y para suelos arenoso pesar 100g. Pasar el suelo a frascos plásticos de boca ancha. Agregar 50 ml de agua destilada, agregar 10 ml del agente dispersante, mezclar y dejar en reposo durante 24 horas. Agregar 200 ml de agua destilada, agitar la suspensión por 15 minutos. Pasar la solución a cilindros de vidrio, tipo Bouyoucos, con dos marcas. Completar el volumen de 1130 ml, si la muestra es de 50g o de 1205 si la muestra es de 100 g, con el Hidrómetro sumergido. Realizar la lectura a los 40 segundos, si la suspensión hace espuma agregar 2 o 3 ml de alcohol amílico, Tomar la lectura a las dos

		horas.
Infiltración	Anillo simple	Primero realizar una limpieza del área. Introducir el anillo unos 15 cm bajo el nivel del suelo, colocar agua al nivel determinado aproximadamente 20cm sobre el nivel del suelo, medir los tiempo que se demora el agua al infiltrarse cada cm.
Microbiológicos	Diluciones sucesivas	Una vez secada una muestra del suelo al ambiente pesar 10 g de suelo y colocar en un Erlenmeyer con 90 ml de agua destilada estéril (solución madre). Agitar durante 20 minutos y dejar reposar durante 5 minutos. Tomar 1 ml de la solución madre y transferir a un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada estéril para tener una disolución 10-2, proceso similar se realizó hasta obtener un sistema de disoluciones hasta un factor de 10-6. Utilizando la cámara de aislamiento, se prepararon las cajas petri, con medio papa dextrosa agar, se dejó solidificar el medio y se colocó 0.1 ml de la suspensión, repartiendo de modo uniforme la gota por el método de extensión de placa. Una vez inoculado llevar a inocular en una estufa a 27±1°C y bajo oscuridad, por cinco días. Luego de este proceso colocar a la luz durante dos días. Al séptimo día realizar la lectura de los microorganismos presentes y reportar.

Fuente: Manual de Análisis de laboratorios de la Facultad de Ingeniería

Agronómica “Departamento de Suelos” “Ing. Jorge Cáceres”

2.1.1.7 Climatología.

Se realizó un estudio de climatología dentro de los páramos de las comunidades de Chimborazo y Shobol los cuales incluyen datos de: temperatura, precipitación, velocidad del viento, porcentaje de humedad, presión barométrica, punto de rocío. Todos estos datos se los obtuvieron cada semana en cada comunidad, por medio de la estación meteorológica portátil.

2.1.1.7.1 Pluviómetro.

- **Fase de Campo**

En los Páramos se colocó un pluviómetro en la parte más alta a campo abierto para la recolección de agua lluvia, el lugar se escogió por la facilidad de acceso y en donde no afecte a la toma de datos.

Foto 24. Recolección de datos de precipitación.



Fuente: Investigadores, 2011.

- **Fase de Laboratorio**

Cada semana se recolectó la muestra acumulada de agua lluvia, contenida en el pluviómetro, en cada una de las comunidades, las misma que se la coloco en una probeta para medir el volumen y obtener registros de la precipitación durante el tiempo de estudio.

Foto 25. Cantidad de precipitación recolectada.



Fuente: Investigadores, 2011.

2.2 Cálculos.

2.2.1 Cálculos de infiltración en el suelo.

Cálculo del área (A) del cilindro utilizando: (cm²)

Cálculo del volumen del cilindro (V_c): (cm^3) y Volumen infiltrado V_i : cm^3

$$V_c = A \times H$$

Donde:

H: Altura del cilindro = 15 cm

Área del cilindro =

t: Tiempo que se demora en infiltrar el agua en 1cm; en el primer cm se demoró

0.02 h

l =

Infiltración del punto CH-A1 (Páramo de Chimborazo)							
Nº de ensayo	Volumen del agua infiltrado (cm ³)	h (cm)	Tiempo (min)	Tiempo (horas)	Diámetro del cilindro (cm)	Área del cilindro (cm ²)	Velocidad de Infiltración (cm/h)
1	660.52	1	1,20	0.02	29	660,62	26.01
2	660.52	1	2,30	0.04	29	660,62	23.09
3	660.52	1	1,75	0.04	29	660,62	20.2
4	660.52	1	3,57	0.07	29	660,62	12.8
5	660.52	1	8,05	0.13	29	660,62	6.9
6	660.52	1	19.38	0.33	29	660,62	2.05
7	660.52	1	19.50	0.33	29	660,62	2.06
8	660.52	1	19.51	0.33	29	660,62	2.06
						Promedio	9,47

Calculo del peso molecular de la Glucosa

Formula de la Glucosa (

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$$

Para 10 ppm tenemos:

$$V1 =$$

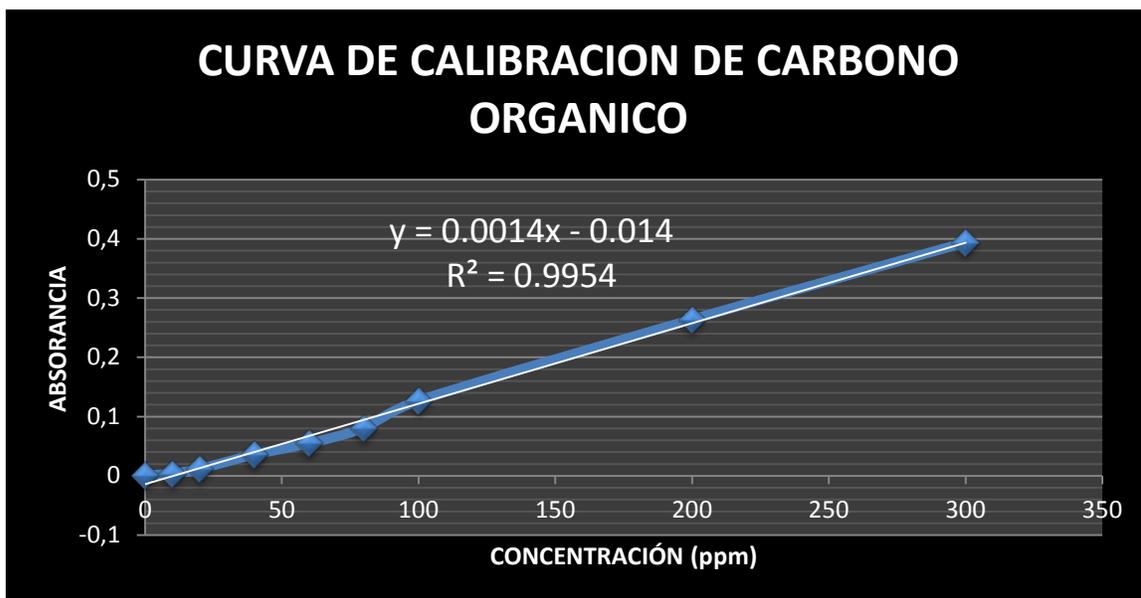
Para 100 ppm tenemos:

V1=

80	0.081
100	0.127
200	0.264
300	0.394

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 01. Relación Concentración-Absorbancia.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 1 se puede observar los datos de relación entre concentración Vs absorbancia, mediante esta curva podemos determinar la concentración de carbono (ppm) de las muestras de suelo y biomasa mediante la interpolación de datos, tenemos un buen coeficiente de variación ya que es muy cercana a uno (CV= 0.9954).

2.2.2.2 Cálculos de Carbono Orgánico Total

Una vez determinado la concentración de carbono en (ppm) procedemos a calcular el porcentaje de Carbono Orgánico tanto en los de suelos de páramo y biomasa, mediante los siguientes cálculos:

Tomamos como ejemplo el primer dato interpolado que nos da una concentración 47.06 ppm o mg C/l.

Tenemos:

0.05g de Suelo pesado en 50 ml de solución.

47.06 mg C en 1000 ml de solución, calculamos los gramos de Carbono que hay en 50 ml.

Por lo tanto, tenemos que existe una concentración de 4.7 % C.O. en 100 g de suelo.

Seguimos los mismos pasos de cálculo para determinar el contenido de carbono orgánico en las demás muestras de suelo y en biomasa.

2.3 Materiales y equipos.

TABLA N° 12. Materiales y equipos utilizados en la investigación

Materiales	Equipos
Espátula	Espectrofotómetro
Papel aluminio	Turbidímetro
Marcador	Estereoscopio
Barreno	Multiparámetros de campo
Fluxómetro	Balanza
Metro	Sorbona
Balde	Estufa
Fundas Ziplog	Baño María
Pipeta 5 ml	Computadora
Pipeta 10 ml	GPS
Erlenmeyer 100 ml	
Erlenmeyer 250 ml	
Probeta 200 ml	
Probeta 100 ml	

Bureta 25 ml	
Balón de 1000ml	
Balón 100ml	
Vaso de precipitación 100 ml	
Vaso de precipitación 50 ml	
Frascos de Wheaton	
Frasco plásticos 1000 ml	
Frascos estériles 200 ml	
Soporte Universal	
Piceta	

Fuente: Investigadores, 2011.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Uso actual del suelo

De acuerdo al Plan de Desarrollo Cantonal el uso del suelo en el cantón Riobamba, se concentra más en los cultivos de ciclo corto, esto es aproximadamente 7.539 ha.. Las unidades de producción “minifundistas” cuyas superficies van desde ½ hasta 3 hectáreas, situación generalizada para las comunidades indígenas del sector. Combinan el uso del suelo para la agricultura y ganadería. Los cultivos que más sobresalen son: papas, ocas, mellocos, habas, cebada, entre otros.

Según el Plan de desarrollo de la Parroquia San Juan (2008). Señala que la población entrevistada manifestó que el porcentaje de la producción se ve afectada debido a la aparición de enfermedades, como la lancha negra y condiciones ambientales como la helada, que traen grandes pérdidas a los agricultores. Con respecto a la actividad pecuaria, más del 84% de los habitantes de estas comunidades poseen ganado vacuno y lanar, mismos que son utilizados para la comercialización de carne y leche para la elaboración de quesos; por otra parte se dedican a la crianza de animales menores que sirven para la venta y autoconsumo. (11)

3.1.1. En el Páramo de la comunidad de Chimborazo.

En el páramo de la Comunidad Chimborazo, para efectos de estudio se lo dividió en tres sectores: zona alta, zona media y zona baja.

En la zona alta del páramo de la comunidad de Chimborazo, se delimitó para el estudio desde los 3770 msnm hasta los 3900 msnm, prevalece la vegetación de páramo y cuerpos de agua en forma natural; es una zona poco intervenida, sin embargo existe una pequeña zona en donde se evidencio la siembra de papas la misma que se realizó por primera vez desde el Febrero del 2011, que por declaración de habitantes de la zona no está permitido, tanto la agricultura, pastoreo y la quema y por lo mismo esta zona intervenida esta en recuperación. Cabe mencionar que este piso presenta pajonal alto y almohadilla.

Foto 26. Uso del suelo de páramo Alto de la comunidad de Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011.

La zona media se delimitó para el estudio desde los 3730 msnm hasta los 3770 msnm, en esta zona según declaraciones de los habitantes se dejó se sembrar hace 5 años por la necesidad de proteger los suelos de páramo, sin embargo se lo utiliza para pastoreo ya que tiene pajonal bajo y pasto introducido.

Foto 27. Uso del suelo de páramo Medio de la comunidad de Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011.

Mientras que la zona baja se delimitó desde los 3650 msnm hasta los 3750 msnm. Se observa un amplio tipo de vegetación propia de páramo con pajonales altos, un bosque de pinos que tiene aproximadamente 15 años de edad, según entrevistas a los habitantes se realizan cultivos de ciclo corto como: papas, habas, y cebolla. Cabe recalcar que al momento de la realización del estudio, en esta zona no presentaban ningún cultivo.

El traspaso de la frontera agrícola y el crecimiento poblacional, estarían posiblemente contribuyendo a la degradación de estos ecosistemas por sobrepastoreo. (ANEXO 3)

Foto 28. Uso del suelo zona baja del páramo de la comunidad de Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011.

3.1.2 En el Páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.

En el páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin, para efectos de estudio se lo dividió en tres sectores: zona alta, zona media y zona baja.

En la zona alta del páramo de la comunidad de Shobol, se delimitó para el estudio desde los 3700 msnm hasta los 3950 msnm, prevalece la vegetación de páramo con pajonal alto y bajo; además que hace aproximadamente 5 años se plantó un bosque de pinos, es una zona intervenida por los trabajos realizados por la Cemento Chimborazo, el 6 de mayo del 2006 en esta zona existió un deslave que cambio el paisaje de esta zona. En la parte baja existe la presencia de pastizales los mismos que son utilizados para el pastoreo de ovinos propios de la comunidad.

Foto 29. Uso del suelo de páramo Alto de la comunidad de Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011.

La zona media se delimitó para efectos de estudio desde los 3800 msnm hasta los 3900 msnm, en esta zona existe poca intervención humana con una vegetación propia de páramo con la presencia de pajonal alto, según declaraciones de los habitantes existe una zona pequeña que no tiene vegetación (suelo desnudo), esta zona pertenece a la Cemento Chimborazo, por lo que la comunidad no puede intervenir.

Foto 30. Uso del suelo de páramo Alto-Medio de la comunidad de Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011.

Mientras que la zona baja se delimitó desde los 3600 msnm hasta los 3700 msnm. En esta zona baja se observa un amplio tipo de vegetación propia de páramo con pajonales bajos con almohadillas, según los habitantes en esta zona se realizan cultivos desde el año de 1939 y hasta el día de hoy se sigue produciendo cultivos de ciclo corto, entre estos tenemos: papas, habas, cebolla, ocas, mellocos, también consta de pastos introducidos para el pastoreo. (ANEXO 2)

Foto 31. Uso del suelo zona baja del páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin.



Fuente: Investigadores., 2011.

3.1.3 Características Climáticas

El clima del área de estudio es de tipo Ecuatorial de alta montaña, hay una diferencia muy marcada entre el día y la noche.

En ambas comunidades no existen estaciones meteorológicas, por lo que el estudio se realizó con una estación meteorológica portátil y la precipitación se lo midió mediante la implementación de un pluviómetro ubicados estratégicamente en cada área de páramo de las comunidades.

3.1.3.1 Datos meteorológicos.

31.3.1.1 Temperatura.

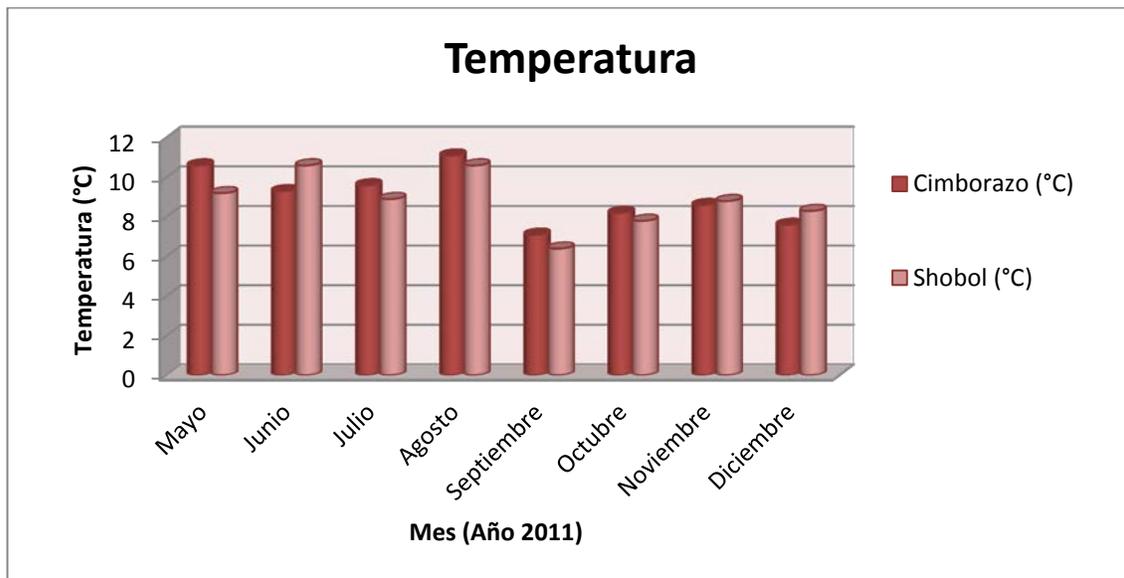
Un factor que juega un papel importante en la captura de carbono es la temperatura, la que podría aumentar en algunas partes del globo terráqueo. Tal incremento podría provocar una mayor tasa de mineralización de la materia orgánica por los microorganismos y una mayor tasa de respiración de las raíces. Este efecto de la temperatura sobre la mineralización podría ser significativo en los países fríos, donde la temperatura es un factor limitante y donde puede ser esperado un incremento de las emisiones de CO₂. (1)

TABLA N° 13. Datos de temperatura de los Páramos de Chimborazo y Shobol Llin llin.

TEMPERATURA (°C)		
Mes (2011)	C. Chimborazo	C. Shobol Llin llin
Mayo	10.6	9.2
Junio	9.3	10.6
Julio	9.6	8.9
Agosto	11.1	10.6
Septiembre	7.1	6.4
Octubre	8.2	7.8
Noviembre	8.6	8.8
Diciembre	7.6	8.3

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 2. Temperatura Páramos de Chimborazo y Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 2, se observan los valores de temperatura que presentan poca variabilidad y permanecen casi constantes la mayor parte del año, siendo en el mes de septiembre en donde se registró la menor temperatura de alrededor 6.8 °C en ambas comunidades, cuyo valor promedio de temperatura en los meses de estudio de 9,1 °C en la comunidad de Shobol Llin Ilin y Chimborazo, esta temperatura se la considera correspondiente a las condiciones y características del área de estudio.

La toma de datos de temperatura se lo realizo semanalmente en las dos comunidades, durante el tiempo de estudio, obteniendo cuatro valores de temperatura al mes, para esto se utilizo el equipo portátil meteorológico.

3.1.3.1.2 Presión Barométrica.

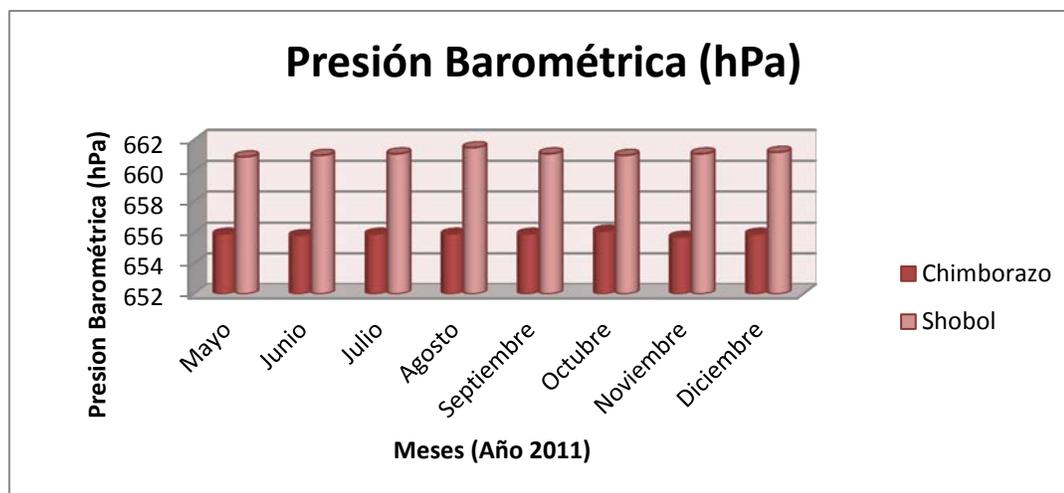
TABLA N°14. Datos presión barométrica de los Páramos Chimborazo y Shobol

Llin llin.

PRESIÓN BAROMÉTRICA (hPa)		
Mes (2011)	C. Chimborazo	C. Shobol
Mayo	655.9	660.9
Junio	655.8	661.0
Julio	655.9	661.1
Agosto	655.9	661.5
Septiembre	655.9	661.1
Octubre	656.1	661.0
Noviembre	655.7	661.1
Diciembre	655.9	661.2

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 3 Presión barométrica Páramos Chimborazo y Shobol Llin llin.



Fuente: Investigadores., 2011

En la tabla 14, se observa los datos promedios de los cuatro valores obtenidos mensualmente, con la estación portátil que registró una presión barométrica en el Páramo Shobol Llin Llin, mayor en 1% que en el Páramo Chimborazo, esto se debe a la variación de altitud en que se encuentran los paramos de las dos comunidades, en el Páramo de Shobol Llin Llin se tomó en un rango de altitud de 3770 m.s.n.m. – 3950 m.s.n.m. y en el Páramo Chimborazo a una altitud de 3770 m.s.n.m. – 3900 m.s.n.m., conforme aumenta la altitud disminuye la presión.

3.1.3.1.3 Punto de Rocío.

El Punto de Rocío es una información esencial en los sondeos, ya que nos permite conocer como se distribuye verticalmente el vapor de agua en la baja atmosfera, lo que resulta fundamental para predecir la evolución a corto plazo de la nubosidad.

(13)

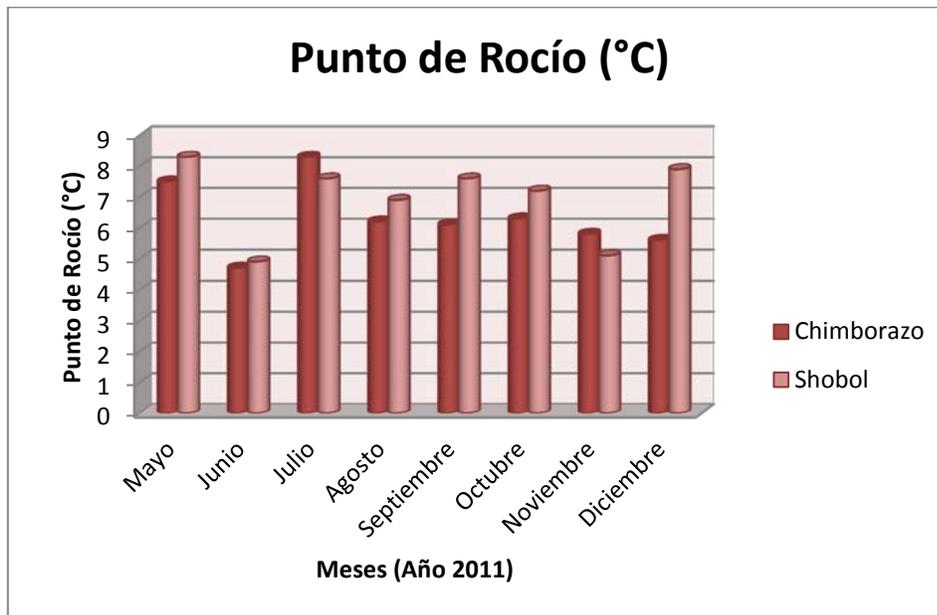
TABLA N° 15. Datos de punto de rocío de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin

Ilin.

PUNTO DE ROCÍO (°C)		
Mes (2011)	C. Chimborazo	C. Shobol Llin Ilin
Mayo	7.5	8.3
Junio	4.7	4.9
Julio	8.3	7.6
Agosto	6.2	6.9
Septiembre	6.1	7.6
Octubre	6.3	7.2
Noviembre	5.8	5.1
Diciembre	5.6	7.9

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 4 Punto de rocío de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 4, se observa los datos promedios de los cuatro valores obtenidos mensualmente de punto de rocío los cuales varían de acuerdo a las condiciones climáticas que presenta cada páramo, en el mes de junio es el punto de rocío más bajo registrado en el tiempo de estudio, mientras que en los demás meses presenta poca variabilidad, teniendo un promedio de punto de rocío en la comunidad de Chimborazo de 6.3 y en la comunidad de Shobol de 6.9.

3.1.3.1.4 Humedad.

Esto se debe a que el suelo como la vegetación actúan como una “esponja” que es capaz de absorber una gran cantidad de agua proveniente de las lluvias, y cuando hay escasez de lluvias, el páramo continúa escurriendo poco a poco el agua absorbida, manteniendo así los ríos una gran parte de su caudal.

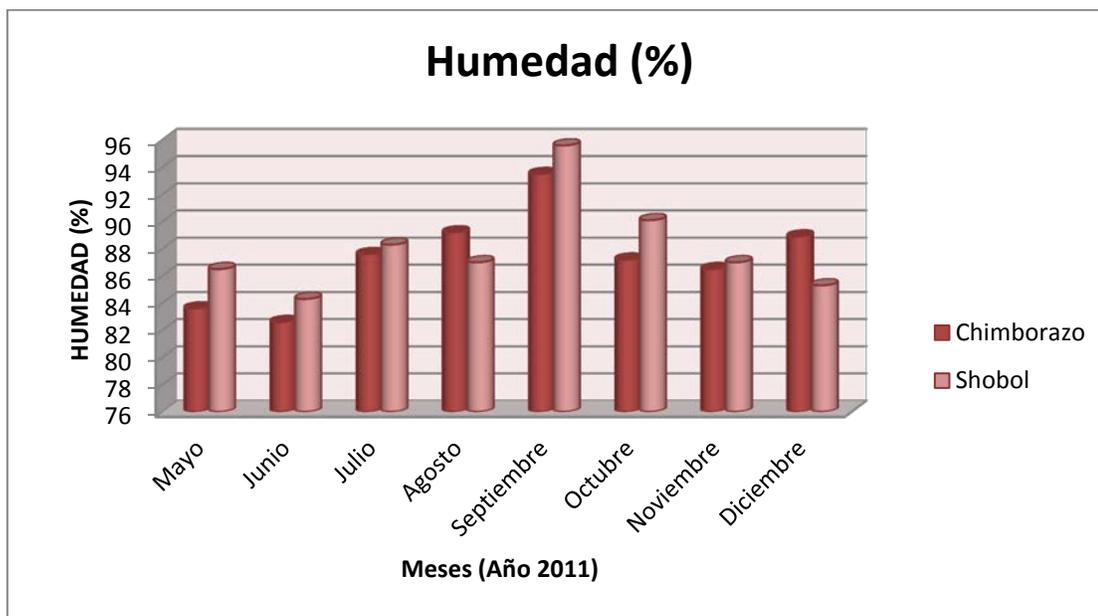
Es de gran importancia porque afecta al balance de radiación, es el origen de los fenómenos de condensación y sublimación y es uno de los factores que afectan al confort climático. (17)

TABLA N° 16. Datos de humedad de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin Ilin.

HUMEDAD (%)		
Mes (2011)	C. Chimborazo	C. Shobol Llin Ilin
Mayo	83.6	86.5
Junio	82.6	84.3
Julio	87.6	88.3
Agosto	89.2	87
Septiembre	93.5	95.6
Octubre	87.2	90.1
Noviembre	86.5	87
Diciembre	88.9	85.3

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 5. Humedad de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 5, se observa los valores promedio de los cuatro datos obtenidos mensualmente de humedad de cada uno de las zonas de estudio, la humedad varía directamente por la cantidad de precipitación, entre los meses de mayo a agosto no presenta una gran variación de humedad teniendo un valor promedio de 86% en ambas comunidades, siendo en el mes de septiembre en donde se observa un mayor contenido de humedad con un promedio del 94% en ambas comunidades y desde octubre a diciembre presenta un valor de humedad promedio de 87%.

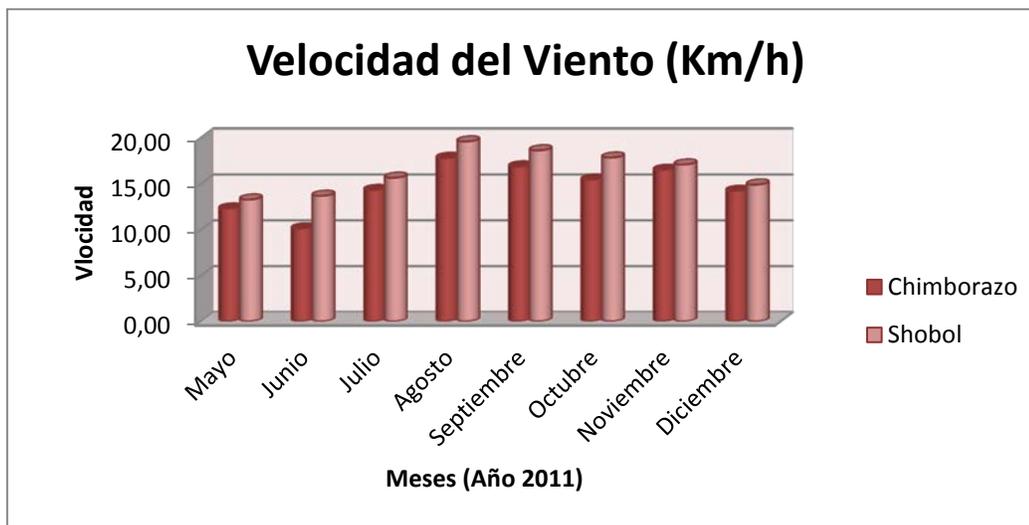
3.1.3.1.5 Velocidad del Viento.

TABLA N° 17 Datos velocidad del viento de los Páramos Chimborazo y Shobol Llin Ilin.

VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/h)		
Mes (2011)	C. Chimborazo	C. Shobol Llin Ilin
Mayo	12.3	13.28
Junio	10.12	13.69
Julio	14.32	15.66
Agosto	17.82	19.62
Septiembre	16.89	18.65
Octubre	15.45	17.86
Noviembre	16.52	17.1
Diciembre	14.23	14.91

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 6. Velocidad del viento Páramos Chimborazo y Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 6, se observa dato de velocidad del viento de las zonas de estudio, estas son variadas según los datos registrados por la estación meteorológica portátil en las cuales se obtuvo cuatro datos mensualmente de Mayo a Diciembre. En el páramo de Shobol Llin Ilin se registra valores más elevados de velocidad de viento registrando un valor promedio del 16.4 Km/h, en comparación con la velocidad del viento registrado en el páramo de Chimborazo teniendo un valor promedio de 14,7 Km/h, esto se debe a que el paramo de la comunidad de Shobol Llin Llin se encuentra frente a la dirección del viento por lo que el viento pega directamente a las elevaciones que se encuentra en esta comunidad.

Las zonas que no tienen cobertura vegetal por intervención humanan son fácilmente erosionadas por la acción del viento, mientras en las zonas donde existe pajonal alto, que cumple funciones de pantallas protectoras, el viento no afecta en gran medida, para que se produzca la erosión del suelo.

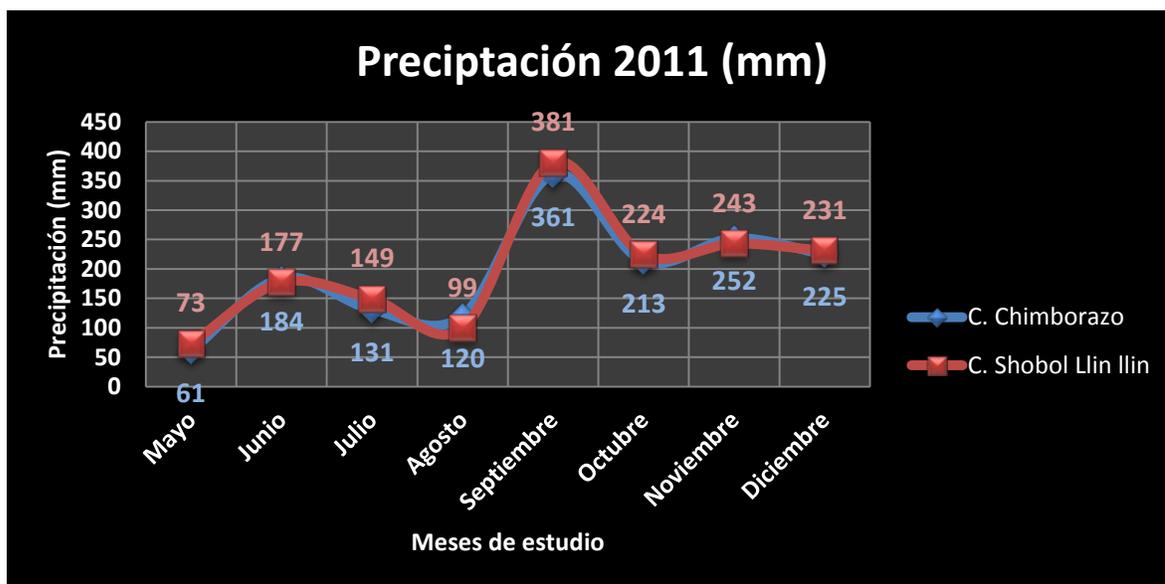
3.1.3.1.6 Precipitación.

TABLA N° 18. Datos precipitación de los Páramos de Chimborazo Y Shobol Llin llin.

PRECIPITACIÓN-2011		
Mes (2011)	C. Chimborazo (mm)	C. Shobol Llin llin (mm)
Mayo	61	73
Junio	184	177
Julio	131	149
Agosto	120	99
Septiembre	361	381
Octubre	213	224
Noviembre	252	243
Diciembre	225	231

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 7 Precipitación en los páramos de Chimborazo y Shobol Llin llin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 7, se encuentran los valores promedios de precipitación obtenidos de cuatro datos monitoreados mensualmente en los páramo de Chimborazo y de Shobol Llin llin, estos fueron analizados considerando su temporal en los diferentes meses, se puede observar que ambas curvas de precipitación tienen tendencia similares, ya que ambas comunidades se encuentran cercanas, en los meses de mayo hasta agosto presenta una precipitación baja teniendo un valor promedio de 124.3 mm de precipitación en ambas comunidades, siendo en el mes de septiembre en donde se presentó mayor precipitación dando un valor promedio de 364mm de precipitación y en los meses de octubre a diciembre presenta un valor promedio de alrededor de 231.3 mm de precipitación en ambas comunidades.

3.2. Factores Bióticos.

La cobertura del suelo aumenta la tasa de infiltración del agua en un porcentaje de varias centenas y previene la evaporación del agua, por lo que consecuentemente, hay un incremento de la humedad del suelo. Especialmente en las zonas áridas, la cobertura del suelo tiene una función muy importante en la economía del agua. También disminuye la temperatura, reduciendo la tasa de mineralización de la materia orgánica. (1)

La capacidad del páramo como almacenador y distribuidor del agua proveniente de las lluvias, los deshielos y la condensación de la neblina se basa en una estructura especial de sus suelos, salvaguardada por la vegetación de Pajonal y

Almohadilla que crece sobre ellos, y que los hace funcionar como una esponja que recoge y distribuye el agua de manera constante y limpia, incluso en épocas de sequía, esta vegetación presente tiene una gran importancia ya que son fuentes de retención y almacenamiento de carbono. (5)

En el Páramo de la Comunidad Chimborazo presenta en gran parte especies de tipo herbáceo de almohadilla, también especies arbustivas nativas, arboles introducidos, pajonal, herbáceas con presencia de actividades humanas como pastoreo y agrícola.

Entre las especies recolectadas para analizar en el laboratorio el contenido de Carbono Orgánico, tenemos a continuación en la tabla 19.

TABLA N° 19. Especies recolectadas en el área del estudio del páramo de Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código	Tipo de vegetación	Especie Recolectada (Nombre Científico)
CH-A	CH-A1	Páramo herbáceo de almohadilla	<i>Calamagrotis intermedia</i>
	CH-A2	Páramo herbáceo de almohadilla	<i>Lachemilla orbiculata</i>
	CH-A3	Páramo Intervenido	_____
	CH-A4	Páramo de pajonal	<i>Huperzia crassa</i>

	CH-A5	Páramo Intervenido	<i>Huperzia crassa</i>
CH-B	CH-B1	Páramo Intervenido	<i>Calamagrotis intermedia</i> , <i>Lachemilla orbiculata</i>
CH-C	CH-C1	Páramo de pajonal	<i>Calamagrotis intermedia</i> , <i>Lachemilla orbiculata</i>
	CH-C2	Páramo Intervenido	<i>Solanum tuberosum</i>
	CH-C3	Páramo de pajonal	<i>Huperzia crassa</i>

Fuente: Investigadores, 2011

En el Páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin, está conformada por grandes extensiones de páramos de pajonal alto en la parte alta, con la presencia esporádica de pequeños arbustos, árboles introducidos y especies herbáceas introducidas.

Entre las especies recolectadas en el páramo de Shobol Llin Llin para analizar en el laboratorio el contenido de Carbono Orgánico, tenemos a continuación en la tabla 20.

TABLA N° 20. Especies recolectadas en el área del estudio del páramo de Shobol

Llin Llin.

Punto de Muestreo	Código	Tipo de vegetación	Especie Recolectada (Nombre Científico)
SH-A	SH-A1	Páramo Intervenido	<i>Vicia faba</i>
	SH-A2	Páramo Intervenido	<i>Calamagrotis intermedia, Lachemilla orbiculata</i>
	SH-A3	Páramo Intervenido	<i>Avena sativa</i>
SH-B	SH-B1	Páramo de pajonal	<i>Calamagrotis intermedia, Lachemilla orbiculata</i>
	SH-B2	Páramo de pajonal	<i>Huperzia crassa</i>
	SH-B3	Páramo Intervenido	<i>Huperzia crassa, Lachemilla orbiculata</i>
	SH-B4	Páramo de pajonal	<i>Calamagrotis intermedia</i>
SH-C	SH-C1	Páramo Intervenido	_____
	SH-C2	Páramo de pajonal	<i>Huperzia crassa</i>

Fuente: Investigadores, 2011

3.3 Factores Abióticos.

3.3.1 Calidad del agua.

3.3.1.1 Análisis de Calidad del agua en el Páramo de la comunidad de Chimborazo.

El índice de calidad del agua (WQI) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un WQI cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%.

Tabla N° 21. Datos del WQI del agua de la Comunidad Chimborazo,
(Agua superficial Quebrada Saramote) (ANEXO 25)

Parámetros	Unidades	W	V.Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% saturación	0.17	72	78	13.26
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	160	39	6.24
pH	Und.	0.11	7.9	87	9.57
DBO 5	mg/l	0.11	25	7	0.77
Cambio Temperatura	°C	0.1	0.7	90	9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.09	96	9.6
Nitratos	mg/l	0.1	0.15	97	9.7
Turbidez	NTU	0.08	7.51	81	6.48
Solidos Totales	mg/l	0.07	188	74	5.18
Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)					69.8
CALIDAD MEDIDA					

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos Facultad de Ciencias 2011

Tabla N° 22. Datos del WQI del agua de la Comunidad Chimborazo,

(Agua superficial Canal de la Loma Putirumi). (ANEXO 25)

Parámetros	Unidades	W	V.Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% saturación	0.17	76	82	13.94
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	8.6	73	11.68
pH	pH	0.11	8.33	72	7.92
DBO 5	mg/l	0.11	21	11	1.21
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.3	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.36	75	7.5
Nitratos	mg/l	0.1	0.235	97	9.7
Turbidez	NTU	0.08	10.75	75	6
Solidos Totales	mg/l	0.07	208	71	4.97
Índice de Calidad de Agua (WQI - ICA)					71.72
CALIDAD MEDIDA					

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos Facultad de Ciencias 2011

GRÁFICO N° 8 Resultados del índice de calidad de agua (ICA o WQI) en los puntos de monitoreo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos Facultad de Ciencias 2011

El gráfico 8 muestra los resultados del *Índice de Calidad del Agua* en los diferentes puntos de monitoreo, los cuales se obtuvieron del análisis de parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto, pH, DBO₅, diferencia de temperatura, fosfatos, nitratos, turbidez y sólidos totales) y microbiológicos (coliformes fecales) que se realizaron durante el transcurso de la investigación. Los datos dan como resultado que el agua que se encuentra de forma natural en la comunidad de Chimborazo, se encuentra en un índice de calidad **BUENA**, notándose una disminución de la puntuación del índice en la quebrada de Saramote, posiblemente dado por la evidente actividad humana en la parte baja de la zona de muestreo.

3.3.1.2 Análisis de Calidad del agua en el páramo de la comunidad de

Shobol Llin Ilin.

TABLA N° 23. Análisis físico químico de agua de la Comunidad Shobol Llin Ilin, (Agua de consumo, Vertientes) (ANEXO 25)

<i>Determinaciones</i>	<i>Unidades</i>	<i>*Limites</i>	<i>Resultados</i>
pH	Unid	6.5 - 8.5	7.27
Conductividad	u Siems/cm	<1250	163
Turbiedad	UNT	1	3.2
Cloruros	mg/L	250	8.5
Dureza	mg/L	200	72.0
Calcio	mg/L	70	12.8
Magnesio	mg/L	30 - 50	9.7

Alcalinidad	mg/L	250 - 300	90
Bicarbonatos	mg/L	250 - 300	91.8
Sulfatos	mg/L	200	4.1
Amonios	mg/L	< 0.50	3,876
Nitritos	mg/L	0.01	0.018
Nitratos	mg/L	< 40	0.700
Hierro	mg/L	0.30	0.025
Fosfatos	mg/L	< 0.30	0.084
Sólidos Totales	mg/L	1000	224.0
Sólidos Disueltos	mg/L	500	101.1

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos Facultad de Ciencias 2011

*Valores referenciales para aguas de consumo doméstico.

En la tabla 23, se observan los datos del análisis físico - químico de la muestra de agua tomada de la comunidad de Shobol Llin llin, el estudio nos indica que los Valores de turbiedad y nitritos fuera de norma, según los límites permisibles de la OMS.

3.3.2 Análisis en suelos de Páramo.

3.3.2.1 pH.

El pH es una propiedad química esencial de los suelos, que determina tanto el comportamiento y la evolución de los componentes químicos de estos como los

correspondientes a los seres vivos, representados básicamente por la vegetación, y en menor medida por la fauna edáfica.

El pH tiene mucha importancia ya que influye en las propiedades físicas y químicas del suelo:

Propiedades físicas:

- pH muy ácidos: hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable.
- pH alcalino: la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico.

Propiedades químicas y fertilidad:

La asimilación de nutrientes del suelo está influenciada por el pH, ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinadas condiciones de pH y no son asimilables para las plantas. (12)

TABLA N° 24. Datos de pH del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código.	Profundidad (cm)	ph			
			CH-M1-S	CH-M2-S	CH-M3-S	Promedio
CH-A	CH-A1	90-60	6.89	6.87	6.9	6.89
		60-30	6.85	6.84	6.86	6.85
		30-0	6.75	6.69	6.73	6.72
	CH-A2	90-60	6.84	6.87	6.83	6.85
		60-30	6.8	6.83	6.85	6.83
		30-0	6.73	6.7	6.78	6.74
	CH-A3	90-60	6.84	6.81	6.85	6.83
		60-30	6.79	6.75	6.82	6.79
		30-0	6.8	6.71	6.75	6.75
	CH-A4	90-60	6.89	6.92	6.79	6.87
		60-30	6.87	6.89	6.78	6.85
		30-0	6.78	6.79	6.76	6.78
	CH-A5	90-60	7.12	7.05	7.14	7.1
		60-30	7.15	7.12	7.09	7.12
		30-0	7.1	6.98	7.02	7.03
CH-B	CH-B1	90-60	6.81	6.69	6.74	6.75
		60-30	6.77	6.65	6.69	6.7
		30-0	6.69	6.57	6.61	6.62
CH-C	CH-C1	90-60	6.71	6.69	6.75	6.72
		60-30	6.59	6.47	6.45	6.5
		30-0	6.57	6.45	6.61	6.54
	CH-C2	90-60	6.63	6.51	6.59	6.58
		60-30	6.46	6.34	6.41	6.4
		30-0	6.39	6.27	6.33	6.33
	CH-C3	90-60	6.94	6.79	6.88	6.87
		60-30	6.6	6.65	6.59	6.61
		30-0	6.58	6.72	6.66	6.65

Fuente: Investigadores., 2011

TABLA N° 25. Datos de promedio de pH del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.

Puntos de muestreo	Codificación	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
CH-A	CH-A1	6.89	6.85	6.72
	CH-A2	6.85	6.83	6.74
	CH-A3	6.83	6.79	6.75
	CH-A4	6.87	6.85	6.78
	CH-A5	7.1	7.12	7.03
CH-B	CH-B1	6.75	6.7	6.62
CH-C	CH-C1	6.72	6.5	6.54
	CH-C2	6.58	6.4	6.33
	CH-C3	6.87	6.61	6.65

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 9 pH promedio del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 9, se observan los datos de pH registrados en las muestras de suelo a diferente profundidad, estos datos de pH se encuentran dentro de los siguientes rangos (Ligeramente Ácido 6.1 a 6.5 y Neutro 6.6 a 7.3), los datos de los puntos CH-A, CH-B y CH-C3 en donde no tiene intervención humana y posee una

vegetación de pajonal y almohadilla, se encuentran en rango de pH NEUTRO (6.7) en todos sus estratos de profundidad (0 - 90 cm), en los puntos CH-C1 Y CH-C3 donde no presenta intervención humana, tiene un pH LIGERAMENTE ÁCIDO (6.2) a una profundidad de 0 a 60 cm y de 60 a 90 cm tiene un pH NEUTRO, en el punto CH-C2 es donde se registra el valor mas bajo de pH esto se debe que en esta zona existe intervención humana utilizada para fines agrícolas, esta en un rango de pH LIGERAMENTE ÁCIDO.

TABLA N° 26. Datos del pH del suelo del Páramo de Shobol Llin Ilin.

Punto de Muestreo	Código	Profundidad (cm)	pH			
			SH-M1-S	SH-M2-S	SH-M3-S	Promedio
SH-A	SH-A1	90-60	6.84	6.8	6.75	6.8
		60-30	6.85	6.74	6.89	6.83
		30-0	6.7	6.68	6.75	6.71
	SH-A2	90-60	6.78	6.81	6.75	6.78
		60-30	6.61	6.63	6.66	6.63
		30-0	6.63	6.68	6.65	6.65
	SH-A3	90-60	6.79	6.82	6.8	6.8
		60-30	6.65	6.62	6.67	6.65
		30-0	6.58	6.51	6.6	6.56
SH-B	SH-B1	90-60	6.77	6.74	6.74	6.75
		60-30	6.65	6.71	6.69	6.68
		30-0	6.59	6.48	6.65	6.57
	SH-B2	90-60	6.83	6.71	6.81	6.78
		60-30	6.78	6.68	6.74	6.73
		30-0	6.64	6.59	6.67	6.63
	SH-B3	90-60	6.77	6.71	6.74	6.74
		60-30	6.69	6.65	6.71	6.68
		30-0	6.62	6.59	6.64	6.62
	SH-B4	90-60	6.45	6.49	6.51	6.48
		60-30	6.5	6.55	6.49	6.51
		30-0	6.41	6.38	6.39	6.39
SH-C	SH-C1	90-60	6.71	6.68	6.75	6.71
		60-30	6.46	6.52	6.49	6.49
		30-0	6.34	6.39	6.36	6.36
	SH-C2	90-60	6.75	6.81	6.78	6.78
		60-30	6.68	6.7	6.71	6.7
		30-0	6.61	6.56	6.59	6.59

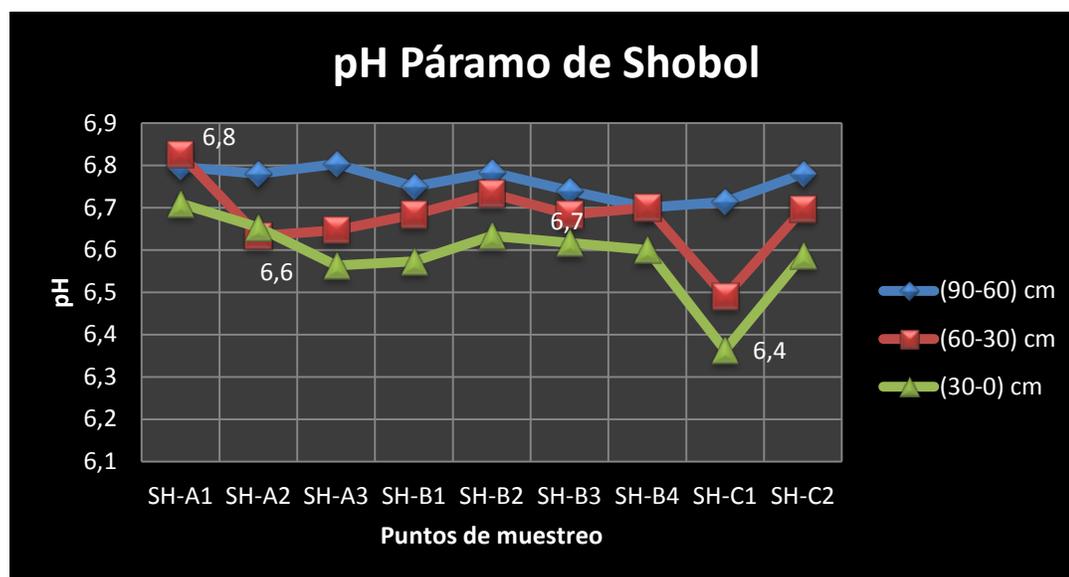
Fuente: Investigadores., 2011

TABLA N° 27. Datos del promedio de pH del suelo del Páramo de Shobol Llin Ilin.

Puntos de muestreo	Codificación	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
SH-A	SH-A1	6.8	6.83	6.71
	SH-A2	6.78	6.63	6.65
	SH-A3	6.8	6.65	6.56
SH-B	SH-B1	6.75	6.68	6.57
	SH-B2	6.78	6.73	6.63
	SH-B3	6.74	6.68	6.62
	SH-B4	6.74	6.7	6.62
SH-C	SH-C1	6.71	6.49	6.36
	SH-C2	6.78	6.7	6.59

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 10. pH promedio del suelo del Páramo de Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 10, se observa los datos de pH registrados en las muestras de suelo del páramo de Shobol Lin Ilin, los mismos se encuentran dentro de los siguientes rangos (Ligeramente Ácido 6.1 a 6.5 y Neutro 6.6 a 7.3), los puntos SH-A, SH-B y SH-C2 tiene un pH NEUTRO en todos sus estratos de profundidad en esta zona no presenta intervención humana. Mientras en el punto SH-C1 en donde no existe cobertura vegetal, tiene un pH de LIGERAMENTE ÁCIDO de 0 a 60 cm de profundidad y de 60 a 90 cm tenemos un pH NEUTRO.

3.3.2.2 Conductividad Eléctrica.

Los suelos salinos tienen una fuerte concentración (relativa) de sales solubles como cloruros, sulfatos o nitratos, y a veces bicarbonatos. Su pH oscila entre 7.9 y 8,6. Son pobres en materia orgánica y en vegetación, que se limita a algunas especies halofitas y son muy sensibles a la erosión.

Suelos salino-sódicos.- Son suelos de fuerte concentración de sales solubles, con un porcentaje de Na intercambiable superior a 15 y un pH inferior a 8,6, aunque una precipitación intensa o un vertido de cierta entidad puede lixiviar estas sales hacia abajo, aunque de forma temporal, lo que hace que pueda subir el pH. (12)

TABLA N° 28. Datos de Conductividad Eléctrica del suelo del Páramo de Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código	Profundidad (cm)	Conductividad Eléctrica			Promedio
			CH-M1-S mmhos/cm	CH-M2-S mmhos/cm	CH-M3-S mmhos/cm	
CH-A	CH-A1	90-60	0.12	0.11	0.12	0.12
		60-30	0.1	0.1	0.11	0.1
		30-0	0.1	0.1	0.1	0.1
	CH-A2	90-60	0.15	0.15	0.15	0.15
		60-30	0.14	0.14	0.15	0.14
		30-0	0.14	0.14	0.14	0.14
	CH-A3	90-60	0.15	0.14	0.15	0.15
		60-30	0.14	0.14	0.15	0.15
		30-0	0.14	0.14	0.14	0.14
	CH-A4	90-60	0.14	0.14	0.14	0.14
		60-30	0.14	0.13	0.13	0.13
		30-0	0.13	0.13	0.13	0.13
	CH-A5	90-60	0.14	0.15	0.14	0.15
		60-30	0.14	0.14	0.13	0.14
		30-0	0.12	0.13	0.12	0.12
CH-B	CH-B1	90-60	0.16	0.16	0.16	0.16
		60-30	0.16	0.16	0.16	0.16
		30-0	0.15	0.16	0.15	0.16
CH-C	CH-C1	90-60	0.13	0.12	0.13	0.13
		60-30	0.13	0.14	0.14	0.14
		30-0	0.14	0.14	0.14	0.14
	CH-C2	90-60	0.15	0.15	0.16	0.15
		60-30	0.16	0.16	0.17	0.16
		30-0	0.17	0.18	0.17	0.17
	CH-C3	90-60	0.15	0.16	0.16	0.16
		60-30	0.15	0.15	0.16	0.15
		30-0	0.15	0.14	0.15	0.15

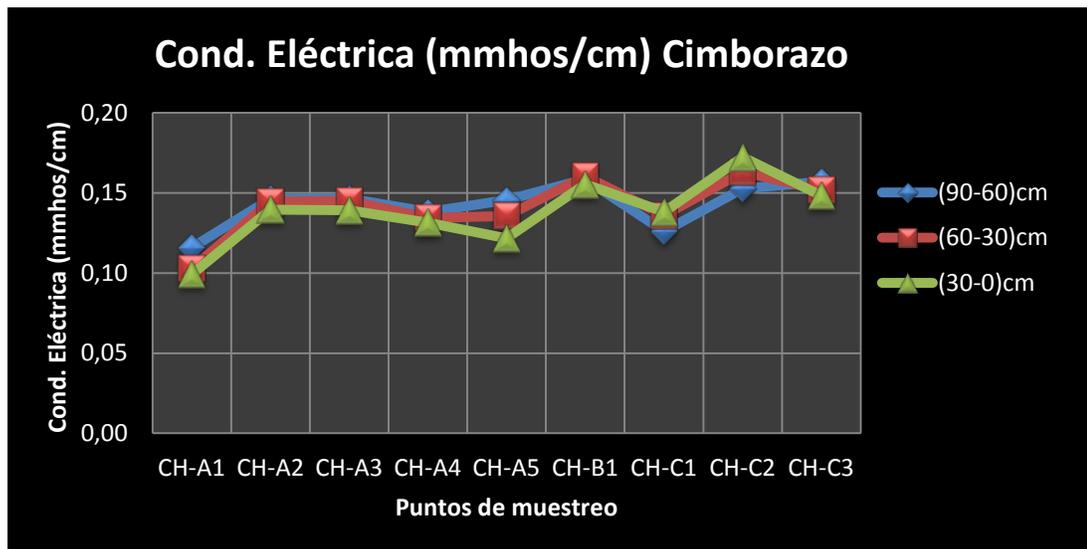
Fuente: Investigadores., 2011

TABLA N° 29. Datos promedio de Conductividad Eléctrica del suelo del Páramo Chimborazo.

Puntos de muestreo	Códificación	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
CH-A	CH-A1	0.12	0.10	0.10
	CH-A2	0.15	0.14	0.14
	CH-A3	0.15	0.15	0.14
	CH-A4	0.14	0.13	0.13
	CH-A5	0.15	0.14	0.12
CH-B	CH-B1	0.16	0.16	0.16
CH-C	CH-C1	0.13	0.14	0.14
	CH-C2	0.15	0.16	0.17
	CH-C3	0.16	0.15	0.15

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 11. Resultados de Conductividad Eléctrica promedio del suelo del Páramo de Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 11, se observan los datos de la conductividad eléctrica de los 9 puntos de muestreo realizados en el páramo de la comunidad de Chimborazo, las cuales nos indican la no salinidad en las muestras de suelo, ya que tienen una conductividad eléctrica <4 mmhos/cm, esta baja conductividad se debe a que el agua se infiltra en el suelo produciendo un lavado de las sales presentes en la superficie.

TABLA N° 30. Datos de Conductividad Eléctrica del suelo del páramo de Shobol

Punto de Muestreo	Código	Profundidad (cm)	Conductividad Eléctrica			Promedio
			SH-M1-S mmhos/cm	SH-M2-S mmhos/cm	SH-M3-S mmhos/cm	
SH-A	SH-A1	90-60	0.1384	0.14	0.1401	0.14
		60-30	0.1284	0.1311	0.1325	0.13
		30-0	0.1209	0.1285	0.1254	0.12
	SH-A2	90-60	0.1403	0.1462	0.1491	0.15
		60-30	0.1333	0.1348	0.1397	0.14
		30-0	0.1256	0.1298	0.1237	0.13
	SH-A3	90-60	0.1378	0.1412	0.1445	0.14
		60-30	0.1294	0.1341	0.1314	0.13
		30-0	0.1211	0.1284	0.1273	0.13
SH-B	SH-B1	90-60	0.1546	0.1508	0.1498	0.15
		60-30	0.1498	0.15	0.1443	0.15
		30-0	0.1402	0.1391	0.1358	0.14
	SH-B2	90-60	0.1682	0.1701	0.1664	0.17
		60-30	0.1638	0.1593	0.1603	0.16
		30-0	0.1539	0.1555	0.1578	0.16
	SH-B3	90-60	0.1286	0.1256	0.1327	0.13
		60-30	0.1198	0.1223	0.1251	0.12
		30-0	0.1159	0.1178	0.1225	0.12
	SH-B4	90-60	0.1258	0.1208	0.1231	0.12
		60-30	0.11	0.1179	0.1217	0.12
		30-0	0.1058	0.1102	0.1086	0.11
SH-C	SH-C1	90-60	0.175	0.1825	0.1786	0.18
		60-30	0.1659	0.1598	0.1687	0.16
		30-0	0.1599	0.1512	0.1554	0.16
	SH-C2	90-60	0.1358	0.1401	0.1432	0.14
		60-30	0.1233	0.1254	0.1278	0.13
		30-0	0.1156	0.1256	0.1198	0.12

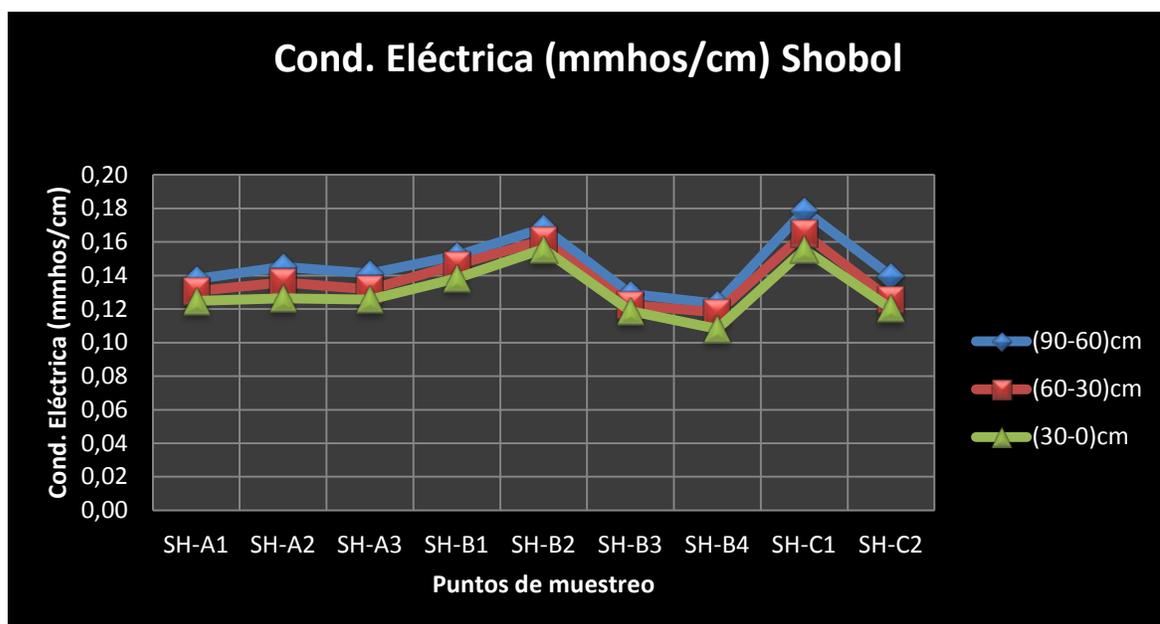
Fuente: Investigadores., 2011

TABLA N° 31. Datos promedio de Conductividad Eléctrica del suelo del Páramo
Shobol Llin Ilin.

Puntos de muestreo	Código	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
SH-A	SH-A1	0.14	0.13	0.12
	SH-A2	0.15	0.14	0.13
	SH-A3	0.14	0.13	0.13
SH-B	SH-B1	0.15	0.15	0.14
	SH-B2	0.17	0.16	0.16
	SH-B3	0.13	0.12	0.12
	SH-B4	0.12	0.12	0.11
SH-C	SH-C1	0.18	0.16	0.16
	SH-C2	0.14	0.13	0.12

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 12 Resultados de Conductividad Eléctrica promedio del suelo del
páramo de Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 12, se observan los datos de la conductividad eléctrica del suelo analizado del páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin, están en el rango de <4 mmhos/cm de conductividad eléctrica, las cuales nos indica la no salinidad en las muestras de suelo de la zona de estudio.

3.3.2.3 Humedad.

Los niveles de humedad en los suelos son cruciales para la salud de las plantas y para el desarrollo de microorganismos. La humedad también ayuda a los materiales se descomponen aún más en el suelo, ayuda a los microbios, los gusanos y los insectos sobrevivir durante los meses de verano y también ayuda a combatir la erosión. Además de riego y la lluvia, la estructura del suelo tiene un gran impacto en cómo los flujos de agua. (12)

TABLA N° 32. Datos de Porcentaje de Humedad del suelo del Páramo de Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código	Profundidad (cm)	Humedad			Promedio
			CH-M1-S %	CH-M2-S %	CH-M3-S %	
CH-A	CH-A1	90-60	30	27	32	30
		60-30	28	25	30	28
		30-0	28	25	30	27
	CH-A2	90-60	29	27	31	29
		60-30	29	26	31	29
		30-0	27	26	30	28
	CH-A3	90-60	32	29	34	32
		60-30	32	28	34	31
		30-0	31	28	32	30
	CH-A4	90-60	30	28	31	30
		60-30	30	28	29	29
		30-0	28	27	29	28
	CH-A5	90-60	18	15	19	17
		60-30	18	16	19	18
		30-0	19	17	17	18
CH-B	CH-B1	90-60	37	35	39	37
		60-30	35	33	36	35
		30-0	33	29	35	32
CH-C	CH-C1	90-60	32	30	35	32
		60-30	35	32	37	35
		30-0	38	35	39	37
	CH-C2	90-60	31	28	34	31
		60-30	33	30	36	33
		30-0	35	33	36	35
	CH-C3	90-60	33	32	35	33
		60-30	35	32	36	34
		30-0	35	34	36	35

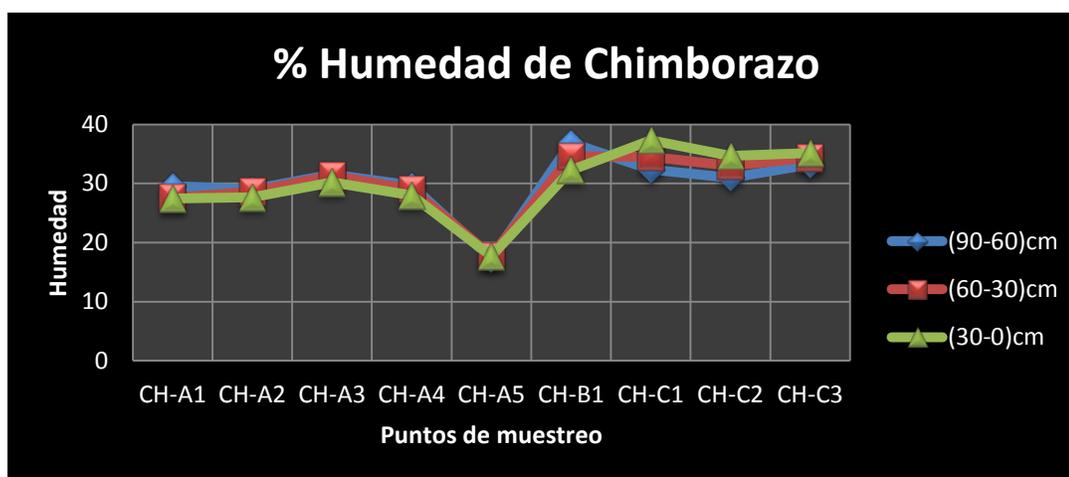
Fuente: Investigadores., 2011

TABLA N° 33. Datos de Porcentaje Promedio de Humedad del suelo del páramo de Chimborazo.

Puntos de muestreo	Código	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
CH-A	CH-A1	30	28	27
	CH-A2	29	29	28
	CH-A3	32	31	30
	CH-A4	30	29	28
	CH-A5	17	18	18
CH-B	CH-B1	37	35	32
CH-C	CH-C1	32	35	37
	CH-C2	31	33	35
	CH-C3	33	34	35

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 13. Porcentaje de Humedad promedio del suelo del páramo de Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 13, nos indican los datos de humedad de suelo del páramo de Chimborazo, en los puntos CH-A1, CH-A2, CH-A3 Y CH-A4 tienen un promedio de

humedad de 28% en todos sus estratos de profundidad, siendo en el punto CH-A5 en donde se registra el menor contenido de humedad registrando un valor de 16%, por la presencia de un bosque de pino el cual impide la acumulación de agua en el suelo, y en los puntos SH-B Y SH-C tiene un valor promedio del 34 % de humedad siendo el valor mas elevado en la zona de estudio, estos puntos se encuentra en la parte alta en donde existe mayor contenido de humedad.

TABLA N° 34. Porcentaje de Humedad del suelo del páramo de Shobol Llin Ilin.

Punto de Muestreo	Código	Profundidad (cm)	Humedad			Promedio
			SH-M1-S	SH-M2-S	SH-M3-S	
			%	%	%	
SH-A	SH-A1	90-60	33	28	35	32
		60-30	30	28	35	31
		30-0	29	27	33	30
	SH-A2	90-60	35	33	38	35
		60-30	34	33	38	35
		30-0	34	32	37	34
	SH-A3	90-60	34	32	36	34
		60-30	33	32	36	34
		30-0	33	31	35	33
SH-B	SH-B1	90-60	29	26	31	29
		60-30	28	26	30	28
		30-0	28	27	30	28
	SH-B2	90-60	30	28	32	30
		60-30	28	28	32	29
		30-0	28	27	31	29
	SH-B3	90-60	31	29	33	31
		60-30	32	28	33	31
		30-0	32	28	34	31
	SH-B4	90-60	32	29	35	32
		60-30	35	31	37	34
		30-0	36	32	39	36
SH-C	SH-C1	90-60	31	28	34	31
		60-30	30	29	36	32
		30-0	33	29	36	33
	SH-C2	90-60	29	28	33	30
		60-30	31	27	35	31
		30-0	34	30	36	33

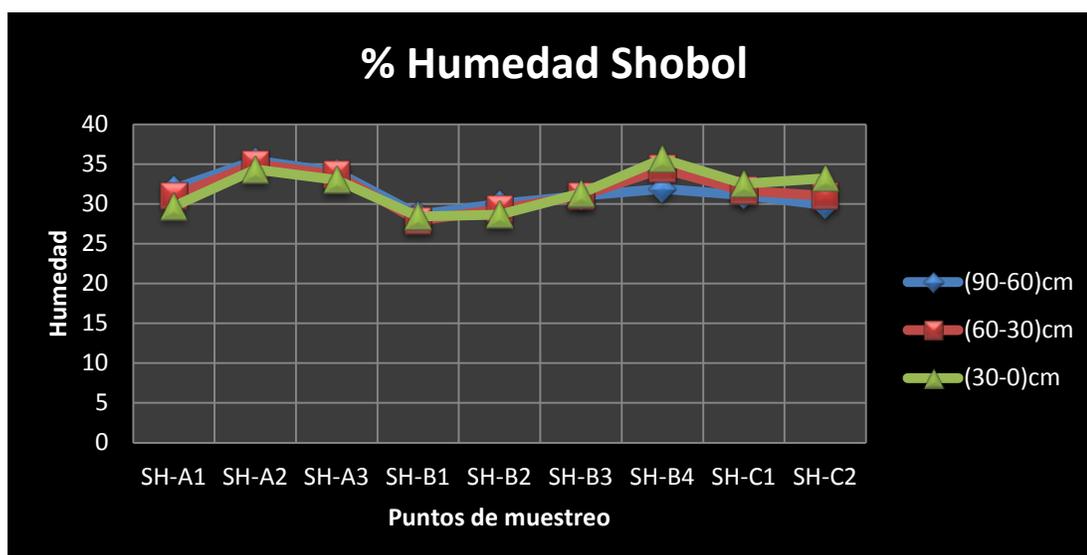
Fuente: Investigadores., 2011

TABLA N° 35. Datos de Porcentaje Promedio de Humedad del suelo del Páramo de Shobol Llin Ilin.

Puntos de muestreo	Código	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
SH-A	SH-A1	32	31	30
	SH-A2	35	35	34
	SH-A3	34	34	33
SH-B	SH-B1	29	28	28
	SH-B2	30	29	29
	SH-B3	31	31	31
	SH-B4	32	34	36
SH-C	SH-C1	31	32	33
	SH-C2	30	31	33

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 14. Porcentaje de Humedad promedio del suelo del páramo de Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 14, se observan los datos de humedad de suelo del páramo de Shobol Llin Llin, los cuales tienen un promedio alrededor del 35% en el punto SH-A2 en donde no existe intervención, mientras en los puntos SH-A1 Y SH-A3 tiene un valor promedio de 32% en donde existe intervención humana, en la zona media SH-B se puede ver que asciende la humedad conforme aumenta la altitud del 28 % en SH-B1, llegando al 34% de humedad en el punto mas alta SH-B4, y en la zona alta SH-C tiene un valor promedio del 32% de humedad en todos sus estratos de profundidad.

3.3.2.4. Velocidad de Infiltración

Es la velocidad con que el agua pasa del exterior al interior del perfil. Es importante en la relación suelo planta.

- Si es pequeña: bajo porcentaje penetra al suelo, y escurre superficialmente favoreciendo procesos de erosión.
- Si es grande: se pueden originar problemas de exceso en presencia de horizontes impermeables. (12)

TABLA N° 36. Datos de velocidad de infiltración del Páramo de la Comunidad

Chimborazo.

Puntos de muestreo	Código	Infiltración (cm/h)			
		1er ensayo	2do ensayo	3er ensayo	Promedio
CH-A	CH-A1	9.47	6.65	6.01	7.38

	CH-A2	8.12	6.41	7.12	7.22
	CH-A3	13.42	11.12	12.13	12.22
	CH-A4	8.98	5.42	7.68	7.36
	CH-A5	9.89	5.75	7.05	7.56
CH-B	CH-B1	7.89	6.45	7.65	7.33
CH-C	CH-C1	5.45	4.35	4.89	4.90
	CH-C2	7.89	6.41	5.10	6.47
	CH-C3	3.37	4.41	5.10	4.29

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 15. Velocidad de infiltración promedio en el Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 15, se indican los datos obtenidos del ensayo de infiltración realizado en el suelo de páramo de la comunidad de Chimborazo, los mismos que se encuentran dentro del rango (Moderadamente lento 1,53 – 5,08 cm/h, Moderada 5,09 – 15.24 cm/h), se observa que la velocidad de infiltración en la zona CH-A, CH-B tiene una infiltración moderada, registrando en el punto CH-A3

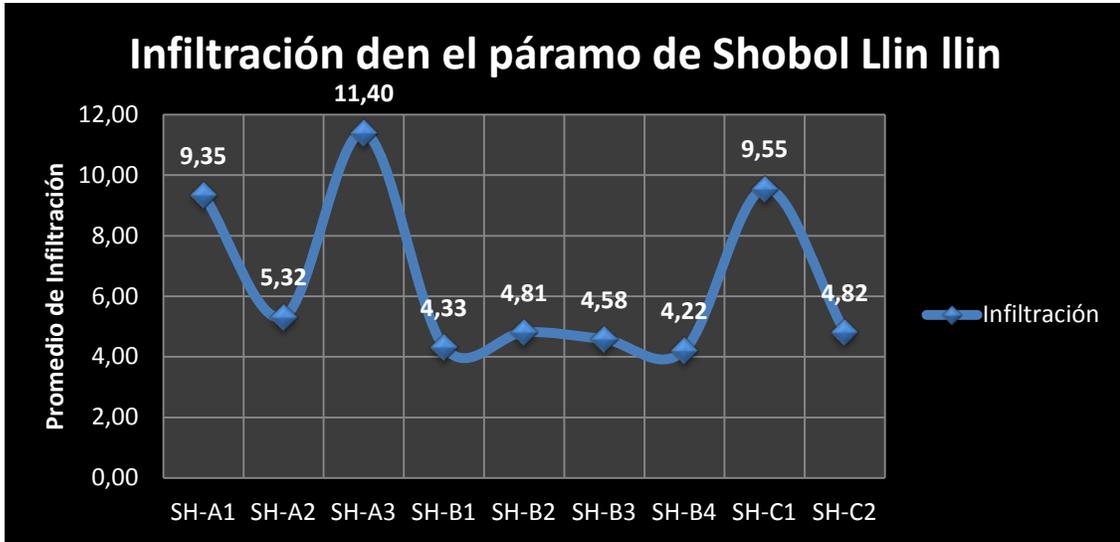
el valor más alto ya que este suelo es utilizado con fines agrícolas, en los puntos CH-C1 y CH-C2 en donde tiene una vegetación de pajonal alto y almohadillas tiene una infiltración Moderadamente Lento, y en el punto CH-C2 en donde existe intervención con fines agrícolas tiene una infiltración Moderada. Estos datos presentan variabilidad, debido a la compactación del suelo y a la saturación de sus poros, por lo que su velocidad de infiltración varía en los diferentes puntos debido a que existe humedad retenida en el suelo.

TABLA N° 37. Datos de velocidad de infiltración del Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.

Puntos de muestreo	Código	Infiltración (cm/h)			
		1er ensayo	2do ensayo	3er ensayo	Promedio
SH-A	SH-A1	10.25	9.45	8.36	9.35
	SH-A2	5.42	4.12	6.43	5.32
	SH-A3	9.87	12.45	11.89	11.40
SH-B	SH-B1	4.32	3.25	5.42	4.33
	SH-B2	4.89	4.12	5.43	4.81
	SH-B3	3.89	4.87	4.99	4.58
	SH-B4	3.56	4.01	5.10	4.22
SH-C	SH-C1	8.98	10.12	9.56	9.55
	SH-C2	4.87	4.50	5.10	4.82

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 16. Velocidad de infiltración promedio en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

Se indican los datos obtenidos del ensayo de infiltración realizado en el suelo de páramo de la Comunidad Shobol Lin Ilin, en el gráfico 16, se observa que la velocidad de infiltración los cuales están dentro del rango (Moderadamente lento 1,53 – 5,08 cm/h, Moderada 5,09 – 15.24 cm/h), en la zona SH-A presenta una infiltración Moderada, en los puntos SH-A1 y SH-A3 en donde existe intervención humana con fines agrícolas se registra los valores mas elevados, en los puntos SH-B1,SH-B2, SH-B3, SH-B4 y SH-C2 en donde no presenta intervención humana y tiene una vegetación propia de páramo presentan una velocidad de infiltración moderadamente lento, mientras que en el punto SH-C1 en donde no existe cobertura vegetal tenemos una velocidad de infiltración moderado, estos datos presenta variabilidad, debido a la compactación del suelo, a la saturación de sus

poros y tipo de vegetación presente en cada zona, por lo que su velocidad de infiltración varia en los diferentes puntos debido a que existe humedad retenida en el suelo.

3.3.2.5. Textura.

Es muy importante conocer la textura de los suelos ya que cada una tiene propiedades diferentes:

- Los suelos arenosos tienen buena aireación, son fáciles de labrar, son deficientes en nutrientes para las plantas, con baja retención de agua ya que se desecan con facilidad y son muy permeables.
- En los suelos limosos se producen efectos de impermeabilidad y mala aireación, carecen de propiedades coloidales y no tienen apenas la posibilidad de formar agregados.
- Los suelos arcillosos son ricos en nutrientes, pero si hay un exceso de arcilla (>30%) son impermeables, las labores agrícolas son difíciles debido a su fuerte plasticidad en estado húmedo o a una excesiva compactación en estado seco.
- Los suelos con textura franca (equilibrada) es la ideal para el cultivo, aunque hay que tener en cuenta otros factores como el contenido en materia orgánica, régimen de humedad del suelo, clima. (12)

TABLA N° 38 Datos de textura del suelo del páramo de Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código	Textura
CH-A	CH-A1	Franco arenosa
	CH-A2	Franco arenosa
	CH-A3	Franco arenosa
	CH-A4	Franco arenosa
	CH-A5	Franco arenosa
CH-B	CH-B1	Franco arenosa
CH-C	CH-C1	Franco arenosa
	CH-C2	Franco arenosa
	CH-C3	Franco arenosa

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

TABLA N° 39. Datos de textura del suelo del páramo de Shobol Llin Ilin.

Punto de Muestreo	Código	Textura
SH-A	SH-A1	Franco arenosa
	SH-A2	Franco arenosa
	SH-A3	Franco arenosa
SH-B	SH-B1	Franco arenosa
	SH-B2	Franco arenosa
	SH-B3	Franco arenosa
	SH-B4	Franco arenosa
SH-C	SH-C1	Franco arenosa
	SH-C2	Franco arenosa

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

En las tablas 41 y 42, se indican la textura de los suelos de páramo de las comunidades de Chimborazo y Shobol Llin Llin, las cuales presentan una textura Franco Arenosa en todos sus puntos de estudio, presentan características equilibradas es un suelo que posee bastante arena pero que cuenta también con limo y arcilla, lo cual le otorga algo más de coherencia entre partículas.

3.3.2.6. Microbiológicos.

En los lugares en donde existe intervención humana con fines agrícolas se puede evidenciar un mayor número de microorganismos, tanto bacterias como hongos, ya que después de arar la tierra, aumenta la actividad microbiana en todas las profundidades.

Las bacterias

Los microorganismos, y sobre todo las bacterias, son responsables de muchas reacciones bioquímicas fundamentales del suelo, como ocurre con la mayoría de las reacciones redox que además les suministran la energía que necesitan. Una de esas reacciones es la oxidación de los compuestos de carbono que es seguida por la mineralización de la materia orgánica, y, finalmente, por la formación de CO₂. Esa producción de CO₂ tiene varias fuentes, como son la microflora heterótrofa, las raíces, etc. Esto trae como consecuencia una fuerte concentración de CO₂ en la atmósfera o en el agua del suelo, variable estacionalmente con contenidos del orden del 5 al 10%, comparando con el 0,03% del aire atmosférico libre.

Hongos

En la mayoría de los suelos ventilados, los hongos constituyen la fracción más grande de la biomasa microbiana, la distribución de esos microorganismos está determinada por la disponibilidad de carbono orgánico, debido a que son organismos saprofitos. Los hongos degradan la materia orgánica y moléculas complejas como la celulosa, hemi celulosa, las pectinas, etc.

Son muy importantes ya que constituyen un depósito de nutrientes y ayudan a formar agregados del suelo y pueden ser agentes benéficos o patógenos de animales y plantas. (16)

TABLA N° 40. Datos Microbiológicos del suelo del páramo de Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código	Bacterias		Hongos		
		Unidades	Cantidad	Tipos	Unidades	Cantidad
CH-A	CH-A1	ufc/g de suelo	2.2*E4	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0E5 1.0E5 1.0E3
	CH-A2	ufc/g de suelo	2.2*E4	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E5 1.0*E5 1.0*E3
	CH-A3	ufc/g de suelo	1.00E+06	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E5 1.0*E6 1.0*E3 1.0*E3
	CH-A4	ufc/g de suelo	2.2*E4	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E5 1.0*E5 1.0*E3
	CH-A5	ufc/g de suelo	4.0*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E4 1.0*E5 1.0*E5
CH-B	CH-B1	ufc/g de suelo	6.0*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Rhizoctonia sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	3.0*E3 1.0*E3 1.0*E4
CH-C	CH-C1	ufc/g de suelo	1.1*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E3 1.0*E3 1.0*E3
	CH-C2	ufc/g de suelo	4*E6	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E5 1.0*E4 1.0*E3 1.0*E3
	CH-C3	ufc/g de suelo	1.1*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E3 1.0*E3 1.0*E3

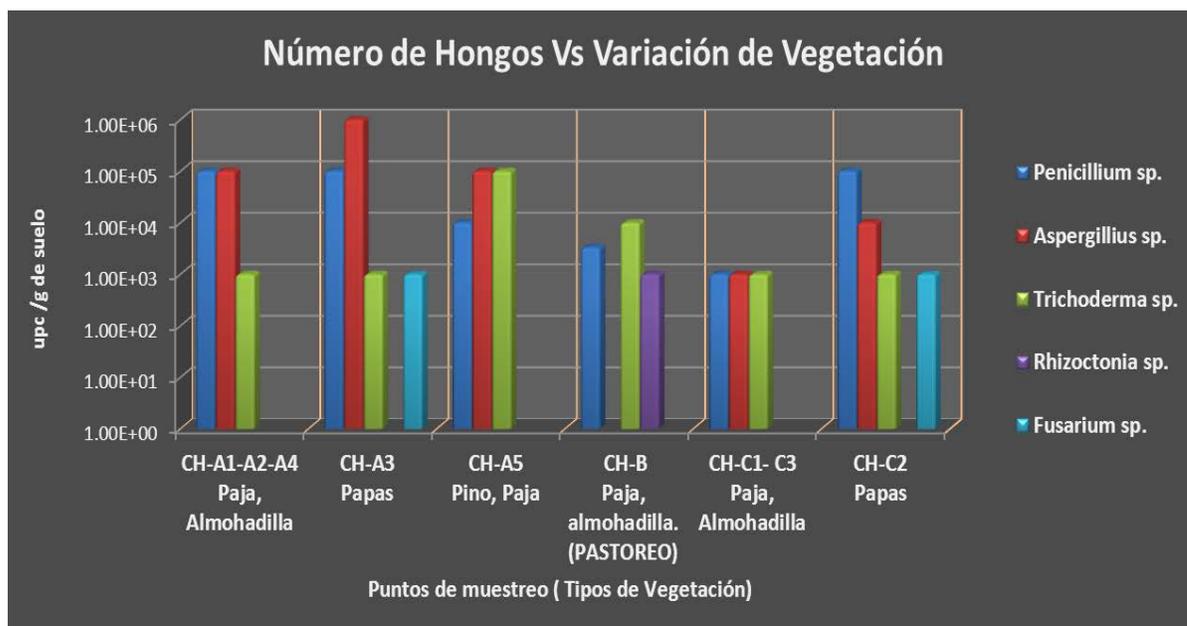
Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

TABLA N° 41. Datos Microbiológicos promedio del suelo del Páramo Chimborazo.

Puntos de Muestreo con variación en Vegetación	Bacterias	Penicillium sp.	Aspergillus sp.	Trichoderma sp.	Rhizoctonia sp.	Fusarium sp.
	ufc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo
CH-A1-A2-A4 Paja, Almohadilla	2.20E+04	1.00E+05	1.00E+05	1.00E+03		
CH-A3 Papas	1.00E+06	1.00E+05	1.00E+06	1.00E+03		1.00E+03
CH-A5 Pino, Paja	4.00E+05	1.00E+04	1.00E+05	1.00E+05		
CH-B Paja, almohadilla. (PASTOREO)	6.00E+05	3.30E+03		1.00E+04	1.00E+03	
CH-C1- C3 Paja, Almohadilla	1.10E+05	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+03		
CH-C2 Papas	4.00E+06	1.00E+05	1.00E+04	1.00E+03		1.00E+03

Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

GRÁFICO N° 17. Relación Número de Hongos Vs Tipos de Vegetación en el páramo de la comunidad de Chimborazo.



Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

En el gráfico 17, se observa los diferentes tipos de hongos presentes en la zona de estudio dependiendo el tipo de vegetación, se encuentran en el rango (1.0E3-Medio, 1.0E4- Altos y >1.E5 Muy Altos).

En los puntos CH-A1-A2-A4, en donde no presenta intervención humana y tiene una vegetación de pajonal y almohadilla se puede evidenciar un número MUY ALTO de hongos del tipo *Penicillium sp.*, y *Aspergillus sp.*, este tipo de hongos son propios de este tipo de ecosistemas, además demuestran la ubicuidad y la capacidad de crecer a diferentes temperaturas, tienen una capacidad para producir una amplia gama de antibióticos y micotoxinas que los protegen de otros microorganismos del suelo dificultando el crecimiento de otras especies fúngicas; el *Trichoderma sp*, se encuentra en un número MEDIO y es un hongo cosmopolita que se encuentra en forma natural en todos los suelos, es un hongo mico-parasito, mientras en el punto CH-C3 en donde presenta intervención humana con fines agrícolas presenta una variación en número y tipo de hongos, *Penicillium sp* se mantiene en un número MUY ALTO, se observa un incremento en *Aspergillus sp.*, esto puede ser benéfico o perjudicial dependiendo del género del hongo, el *Trichoderma sp* se mantiene en un número MEDIO, y tenemos la presencia del *Fusarium sp.*, que pudo introducirse a esta zona por manipulación de las semillas, es un género de hongo de distribución universal, ubicuos y de gran importancia económica, ya que son fitopatógenos, su amplia distribución se atribuye a su capacidad para crecer en gran número de sustratos y su eficaz mecanismo de dispersión como son el viento y la lluvia.

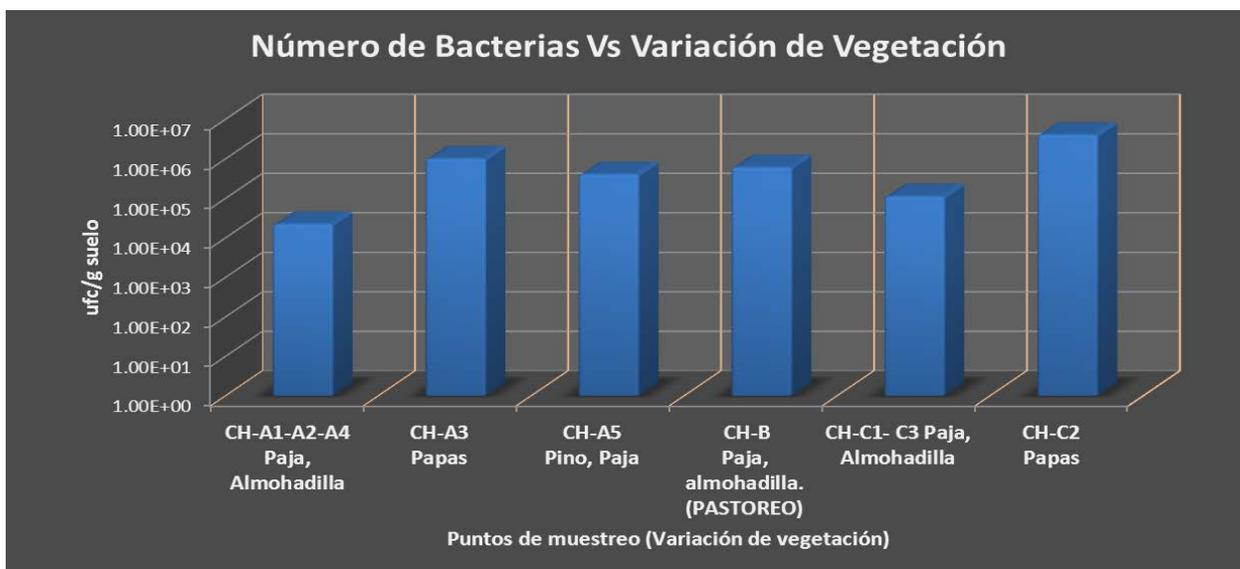
En el punto CH-A5 en donde tienen una vegetación de paja y un bosque de pinos se puede observar la presencia *Aspergillus sp.*, y *Trichoderma sp* que se encuentra en un número MUY ALTO y *Penicillium sp.*, está en un nivel ALTO.

En el punto CH-B en donde existe intervención con fines de pastoreo existe una variación en el número y tipo de hongos, encontramos *Penicillium sp* en un número MEDIO, *Trichoderma sp* está en un valor ALTO y aparece un nuevo tipo de hongo *Rhizonctonia sp.*, que pudo haberse introducido por las heces de los animales se encuentra en un número MEDIO, además se puede evidenciar que con la presencia de este hongo no existe el crecimiento de *Aspergillus sp.*, posiblemente este hongo produzca toxinas que no permite el desarrollo de este hongo.

En los puntos CH-C1-C3 en donde no existe intervención humana tenemos la presencia de los hongos del tipo *Penicillium sp.*, y *Aspergillus sp.*, y el *Trichoderma sp.*, los cuales se encuentran en un número MEDIO, mientras que en el punto CH-C2 en donde existe intervención humana con fines agrícolas se puede observar un incremento en el número de hongos del tipo *Penicillium sp.*, y *Aspergillus sp.*, el *Trichoderma sp.*, se mantiene en un número MEDIO, y se evidencia la presencia de *Fusarium sp.*, en un número MEDIO.

En las zonas donde no presenta intervención humana, encontramos hongos del tipo *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, y *Trichoderma sp.*, mientras donde existe intervención humana con fines agrícolas encontramos el hongo de tipo *Fusarium sp.*, y donde encontramos una actividad de pastoreo encontramos el hongo del tipo *Rhizonctonia sp.*

GRÁFICO N° 18. Relación Número de Bacterias Vs Tipos de Vegetación en el páramo de la comunidad de Chimborazo.



Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

En el gráfico 18 se observan el número de bacterias presentes en el suelo de Páramo de la Comunidad Chimborazo, cave recalcar que no se realizó identificación por género por lo tanto no se puede determinar si dichos microorganismos sean patógenos o benéficos, se encuentran en el rango (1.0E4-Altos y >1.E5 Muy Altos).

Se puede evidenciar en los puntos CH-A3 Y CH-C2 en donde existe intervención humana con fines agrícolas presentan un mayor número de Bacterias, ya que al arar la capa de suelo presenta mayor actividad microbiana, están presentes en un rango de MUY ALTOS, mientras en los demás puntos en donde no tiene intervención humana o es insignificativa, presenta valor más bajos de bacterias y están en el rango de MUY ALTOS.

TABLA N° 42. Datos Microbiológicos del suelo del páramo de Shobol Llin Ilin.

Punto de Muestreo	Código	Bacterias		Hongos		
		Unidades	Cantidad	Tipos	Unidades	Cantidad
SH-A	SH-A1	ufc/g de suelo	3.2*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E4 3.2*E5 1.0*E3
	SH-A2	ufc/g de suelo	4.5*E6	<i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E5 1.0*E5
	SH-A3	ufc/g de suelo	4.5*E6	<i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E5 1.0*E5
SH-B	SH-B1	ufc/g de suelo	6.0*E5	<i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo	5.0*E4 1.0*E4
	SH-B2	ufc/g de suelo	6.0*E5	<i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo	5.0*E4 1.0*E4
	SH-B3	ufc/g de suelo	1.0*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Cilindrocladium sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E4 6.0*E3 1.0*E3 1.0*E5 1.0*E5
	SH-B4	ufc/g de suelo	1.4*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i> <i>Cilindrocladium sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	4.0*E4 2.8*E3 1.0*E4 1.0*E5
SH-C	SH-C1	ufc/g de suelo	2.2*E5	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E4 1.0*E5 1.0*E5
	SH-C2	ufc/g de suelo	2.0*E6	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillius sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i> <i>Cilindrocladium sp.</i>	upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo upc/g de suelo	1.0*E3 2.0*E3 1.0*E4 1.5*E4

Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la

ESPOCH. 2011.

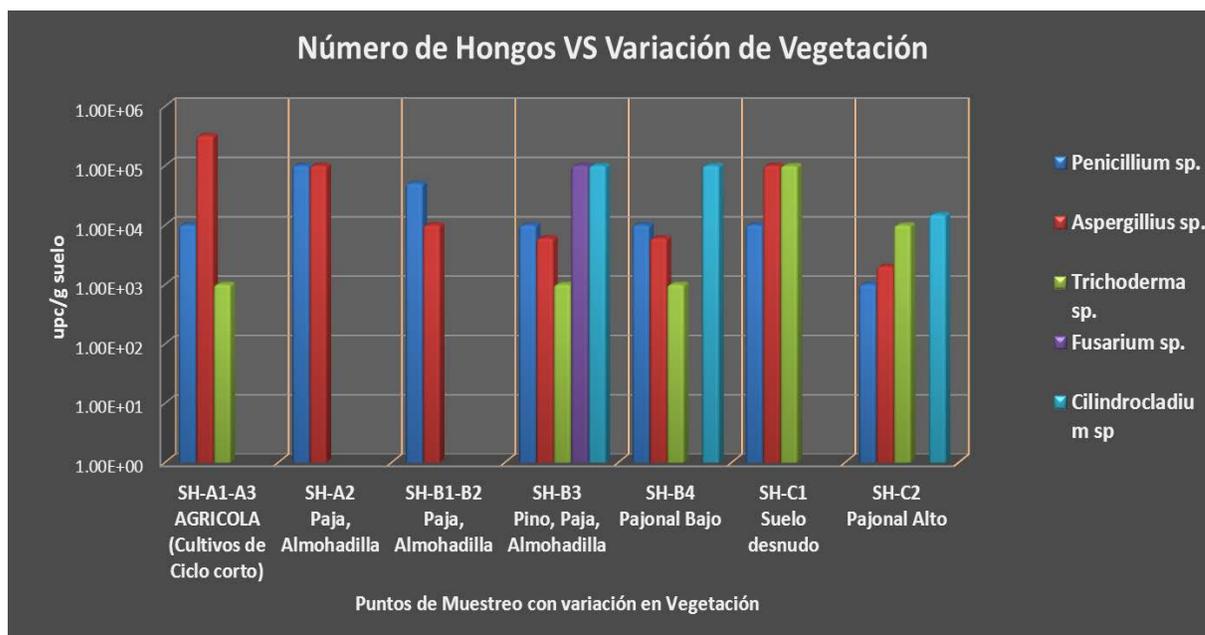
TABLA N° 43. Datos Microbiológicos promedio del suelo del Páramo de Shobol

Llin Llin.

Puntos de Muestreo con variación en Vegetación	Bacterias	Penicillium sp.	Aspergillus sp.	Trichoderma sp.	Fusarium sp.	Cilindrocladium sp
	ufc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo	upc/g de suelo
SH-A1-A3 AGRICOLA (Cultivos de Ciclo corto)	3.20E+05	1.00E+04	3.20E+05	1.00E+03		
SH-A2 Paja, Almohadilla	4.50E+06	1.00E+05	1.00E+05			
SH-B1-B2 Paja, Almohadilla	6.00E+05	5.00E+04	1.00E+04			
SH-B3 Pino, Paja, Almohadilla	1.00E+05	1.00E+04	6.00E+03	1.00E+03	1.00E+05	1.00E+05
SH-B4 Paja	1.40E+05	1.00E+04	6.00E+03	1.00E+03		1.00E+05
SH-C1 Suelo desnudo	2.20E+05	1.00E+04	1.00E+05	1.00E+05		
SH-C2 Paja	2.00E+06	1.00E+03	2.00E+03	1.00E+04		1.50E+04

Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

GRÁFICO N° 19 Relación Número de Hongos Vs Tipos de Vegetación en el páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin.



Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

En el gráfico 19 se observa los diferentes tipos de hongos presentes en la zona de estudio dependiendo el tipo de vegetación, se encuentran en el rango (1.0E3- Medio, 1.0E4- Altos y >1.E5 Muy Altos), en los lugares en donde existe intervención humana con fines agrícolas se puede evidenciar un mayor número de microorganismos, ya que después de arar la tierra, aumenta la actividad microbiana en todas las profundidades.

En El punto SH-A2 en donde no existe intervención humana y tiene una vegetación de pajonal y almohadilla se puede evidenciar hongos del tipo *Aspergillus sp.*, y *Penicillium sp* estos se encuentran en un número MUY ALTO; en los puntos SH-A1-A3 en donde existe intervención humana se evidencia una variación en el número y tipo de hongos, el *Penicillium sp* se encuentra en un número ALTO, existe un incremento en el número de *Aspergillus sp* y aparece el hongo del tipo *Trichoderma sp.*, que está en el rango de MEDIO.

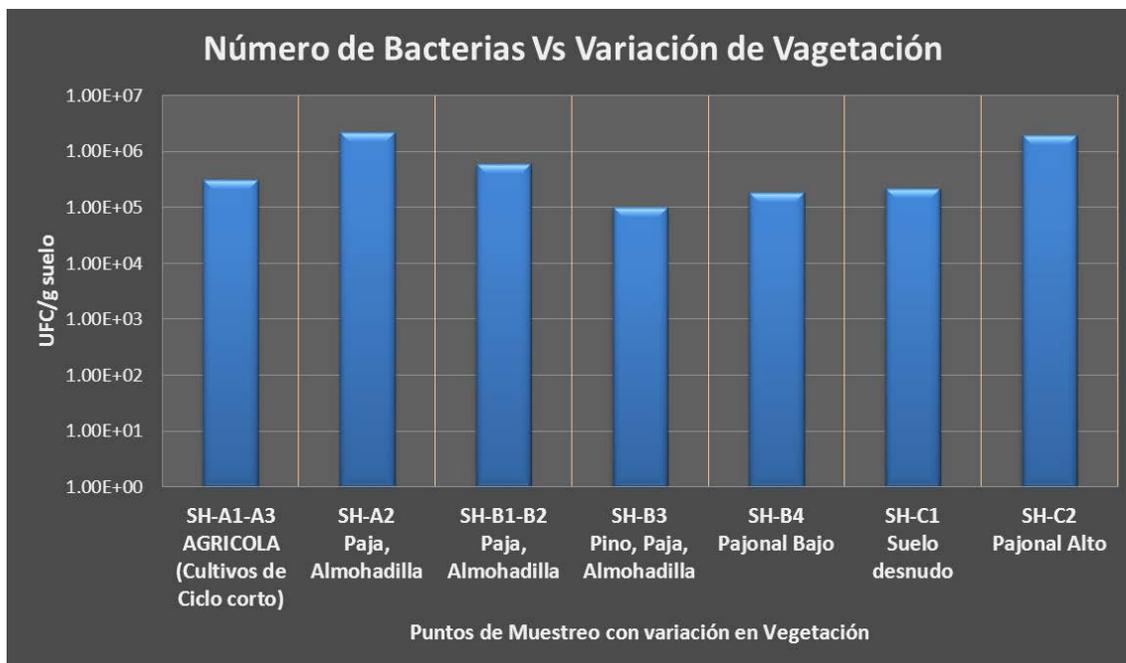
En los puntos SH-B1-B2 en donde no existe intervención humana tenemos la presencia de los hongos del tipo *Aspergillus sp.*, y *Penicillium sp.*, en el punto SH-B3 en donde presenta una vegetación entre paja, almohadilla y pinos presenta los hongos del tipo *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp* y *Trichoderma sp* en el rango de ALTOS, y aparecen hongos del tipo *Fusarium sp.* en un número MUY ALTO estos hongos son benéficos ya que son Fito patógenos, y *Cilindrocladium sp.*, que se encuentra en un número MUY ALTO, pudo haberse introducido con los pinos, pueden provocar enfermedades cuyos síntomas son: manchas de color café oscuro en las hojas y partes negras en los tallos, como resultado de la infección, las plantas se desojan y sobreviene una muerte degenerativa.

En el punto SH-B4 en donde no existe intervención humana tenemos la presencia de hongos del tipo *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp* y *Trichoderma sp* estos se encuentra en un número alto y también se encuentra en hongo del tipo *Cilindrocladium sp.*, en un número MUY ALTO que pudo haber emigrado por la acción del viento.,

En el punto SH-C2 en donde existe poca intervención humana se observa la presencia de los hongos del tipo *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp* que se encuentran en un número MEDIO, *Trichoderma sp* y *Cilindrocladium sp* que se encuentra en un número ALTO, mientras en el punto SH-C1 en donde no existe cobertura vegetal tenemos un incremento en los hongos del tipo *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp* y *Trichoderma sp.*

En las zonas donde no presenta intervención humana y tenemos una vegetación de pajonal y almohadilla encontramos hongos del tipo *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, mientras donde existe intervención humana con fines agrícolas encontramos el hongo de tipo *Trichoderma sp.*, y donde encontramos una vegetación mixta entre pajonal, almohadilla y pino encontramos hongos del tipo *Fusarium sp.* y *Cilindrocladium sp.*

GRÁFICO N° 20. Relación Número de Bacterias Vs Tipos de Vegetación en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.



Fuente: Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

En el gráfico 20, se observan el número de bacterias presentes en el suelo de Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin, cave recalcar que no se realizó identificación por género, por lo tanto no se puede determinar si dichos microorganismos sean patógenos o benéficos, se encuentran en el rango (1.0E4-Altos y >1.E5 Muy Altos).

El número de bacterias que se encuentran en la zona de estudio están dentro del rango de MUY ALTOS.

En la zona baja tenemos dos grupos de muestreo, en el punto SH-A2 existe mayor número de bacterias, en donde no existe intervención humana y tiene una

vegetación de pajonal y almohadilla, en los puntos SH-A1-A3 existe una disminución en el número de bacterias, pero no podemos determinar si las bacterias que desaparecieron son patógenas o benéficas para el suelo.

En la zona media tenemos los puntos SH-B1-B2, en donde no presentan intervención humana y posee una vegetación de pajonal y almohadilla, en estos puntos observamos el mayor número de bacterias, mientras en el punto SH-B3 en donde existe la presencia de un bosque de pinos el número de bacterias disminuye y en el punto SH-B4 que es la parte más alta de la zona y tiene una cobertura de pajonal bajo presenta un número de bacterias MUY ALTO, mientras en el punto SH-C2 que se encuentra a la misma altitud del punto (SH-B4) pero presenta una vegetación de pajonal alto, tiene un mayor número de Bacterias y en el punto SH-C1 en donde no existe cobertura vegetal el número de bacterias disminuye.

3.3.2.7. Nitrógeno total.

El nitrógeno atmosférico puede ser fijado directamente por bacterias y hongos; el contenido en el agua de lluvia y en las proteínas de los seres vivos, es devuelto al suelo excretado por las raíces y por los restos vegetales y animales muertos. (16)

La fuente más significativa de fijación biológica del nitrógeno en los ecosistemas procede de la simbiosis de las bacterias, conocidos como Rizobios y plantas superiores como los tréboles (*Trifolium*).

El incremento de la biomasa de los cultivos puede aumentar el ingreso de materia orgánica en el suelo el que puede ocurrir, por ejemplo, por medio de la introducción de nuevas variedades especialmente de especies leguminosas que son las que mas aportan Nitrógeno al suelo, son necesarios cerca de 70-100 kg de nitrógeno para capturar una tonelada de carbono. (1)

TABLA N° 44. Datos de Nitrógeno total del suelo del páramo de Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código	Nitrógeno total
		(%)
CH-A	CH-A1	0.574
	CH-A2	0.574
	CH-A3	0.575
	CH-A4	0.575
	CH-A5	0.573
CH-B	CH-B1	0.576
CH-C	CH-C1	0.578
	CH-C2	0.577
	CH-C3	0.578

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

GRÁFICO N° 21. Porcentaje de Nitrógeno Total del suelo del páramo de Chimborazo.



Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

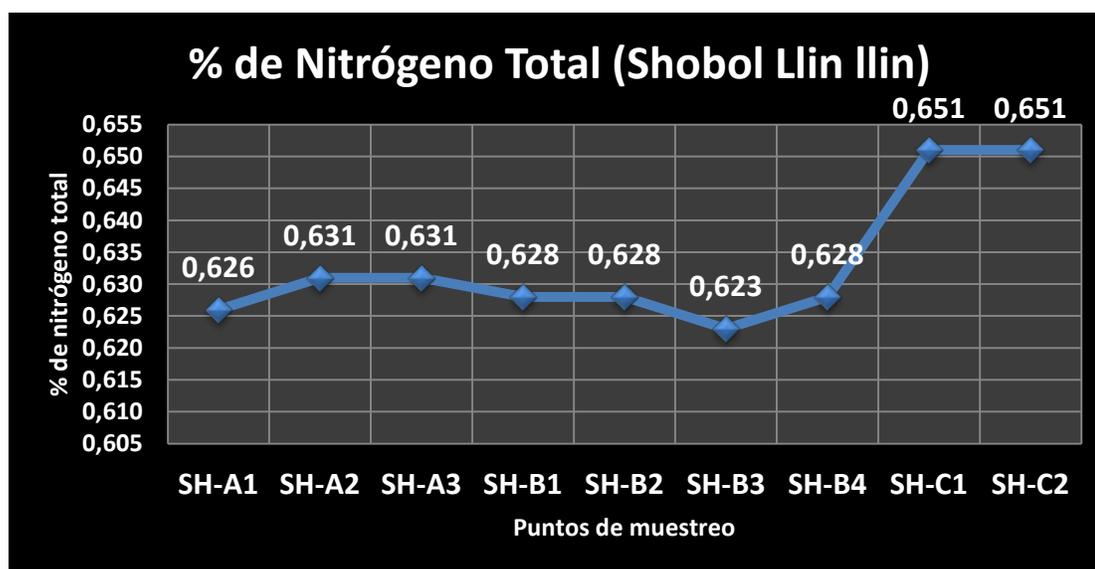
En el gráfico 21, se indican los resultados de porcentaje de Nitrógeno total en las muestras de suelos analizados, en las zonas bajas presentan niveles bajos de este compuesto y se van incrementando el nivel de nitrógeno en las zonas altas de estudio, en el punto CH-A5 en donde existe la presencia de un bosque de pinos y la humedad es baja se registró el valor más bajo de Nitrógeno, esto se debe a que en el suelo el nitrógeno interviene como elemento volátil ya que este se pierde fácilmente si no existe la presencia de humedad.

TABLA N° 45. Datos de Nitrógeno Total del suelo del Páramo Shobol Llin Ilin.

Punto de Muestreo	Código	Nitrógeno total
		(%)
SH-A	SH-A1	0.626
	SH-A2	0.631
	SH-A3	0.631
SH-B	SH-B1	0.628
	SH-B2	0.628
	SH-B3	0.623
	SH-B4	0.628
SH-C	SH-C1	0.651
	SH-C2	0.651

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

GRÁFICO N° 22. Porcentaje de Nitrógeno Total del suelo del Páramo Shobol Llin Ilin.



Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. 2011.

En el gráfico 22, se indican los resultados de porcentaje de Nitrógeno total en las muestras de suelos analizados de la Comunidad Shobol Llin Llin, en las zonas bajas de estudio presentan niveles bajos de nitrógeno y conforme se incrementando la altitud el nivel de nitrógeno aumentan, no existe mucha variabilidad en los datos de nitrógeno total ya que la humedad tampoco presenta muchos cambios y es el principal factor para que el nitrógeno se volatilice.

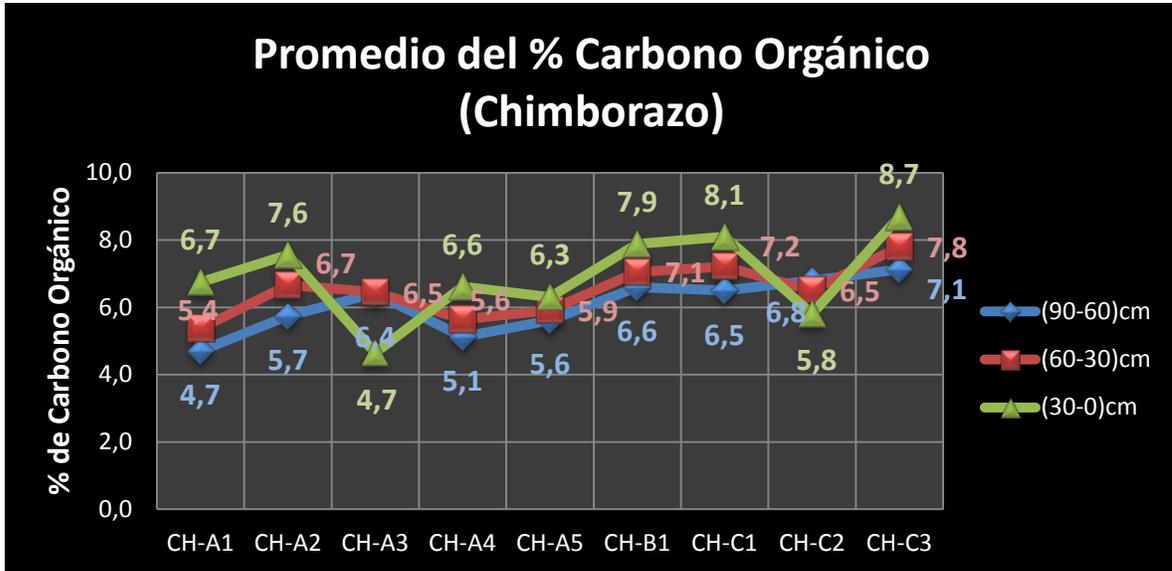
3.3.2.8. Resultados del Carbono Orgánico Total en Suelos y Biomasa.

TABLA N° 46. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo a diferentes profundidades del Páramo de la Comunidad Chimborazo.

Puntos de muestreo	Código	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
CH-A	CH-A1	4.7	5.4	6.7
	CH-A2	5.7	6.7	7.6
	CH-A3	6.4	6.5	4.7
	CH-A4	5.1	5.6	6.6
	CH-A5	5.6	5.9	6.3
CH-B	CH-B1	6.6	7.1	7.9
CH-C	CH-C1	6.5	7.2	8.1
	CH-C2	6.8	6.5	5.8
	CH-C3	7.1	7.8	8.7

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 23 Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 23, se puede observar los datos promedios del porcentaje de C.O.T. concentrado en el suelo del Páramo de la Comunidad Chimborazo.

En la zona baja los puntos CH-A1 y CH-A4 en donde no existe intervención humana y tiene una vegetación de pajonal, en estos puntos se registran un promedio de C.O.T. de 6.6 % (0-30 cm), 5.5% (30-60 cm) y 4.9 % (60-90 cm); en el punto CH-A2 en donde se evidencia poca intervención humana, tiene una vegetación de Almohadilla y donde se nota el valor mas elevado de C.O.T. tiene un valor promedio de 7.6 % (0-30 cm), 6.7% (30-60 cm) y 5.7 % (60-90 cm); en el punto CH-C3 existe intervención humana con siembra de cultivos de ciclo corto, en el estrato (0 - 30 cm) es donde más se evidencia la pérdida de C.O.T. tiene un

promedio de 4.7 %, mientras que en los siguientes estratos no se ven afectados teniendo un promedio de 6.5% (30-60 cm) y 6.4 % (60-90 cm).

En la zona media en donde hay una vegetación de pajonal y almohadilla, además existe la intervención humana con fines de pastoreo, tenemos un promedio de C.O.T. 7.9 % (0-30 cm), 7.1% (30-60 cm) y 6.6 % (60-90 cm).

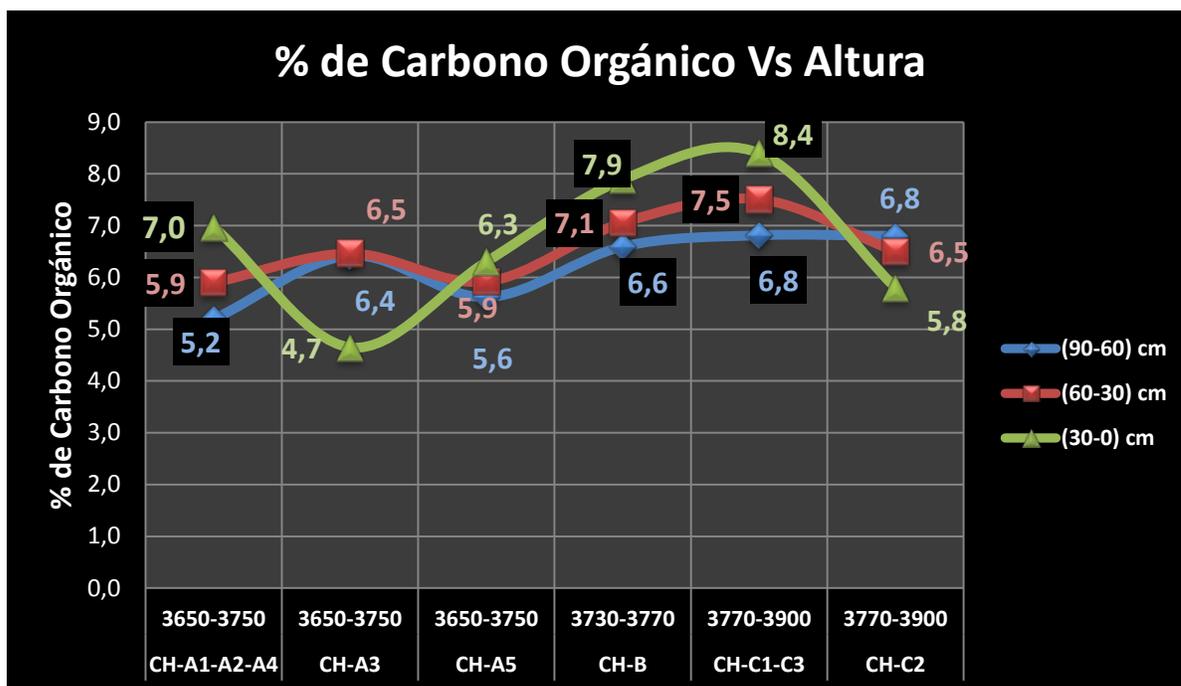
En la zona alta el punto CH-C1 no existe intervención humana, tiene una vegetación de pajonal en este punto tiene un valor de C.O.T promedio de 8,1 % (0-30 cm), 7,2% (30-60 cm) y 6.5 % (60-90 cm); en el punto CH-C2 en donde existe intervención humana con fines agrícolas se nota una disminución en el contenido de C.O.T. en los dos primeros estratos registrando un valor promedio de 5.8 % (0-30 cm), 6.5% (30-60 cm) y 6.8 % (60-90 cm); y en el punto CH-C3 es donde se evidencia el mayor contenido de C.OT., en esta zona de muestreo no existe intervención humana, tiene una vegetación de pajonal y almohadilla, se registró un valor promedio de 8.7 % (0-30 cm), 7.8% (30-60 cm) y 7.1 % (60-90 cm).

TABLA N° 47. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación con la altitud del Páramo de la Comunidad Chimborazo.

Puntos de muestreo	Codificación	Altitud (msnm)	Promedio Profundidad de muestreo		
			(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
CH-A	CH-A1-A2-A4	3650-3750	5.2	5.9	7.0
	CH-A3	3650-3750	6.4	6.5	4.7
	CH-A5	3650-3750	5.6	5.9	6.3
CH-B	CH-B	3730-3770	6.6	7.1	7.9
CH-C	CH-C1-C3	3770-3900	6.8	7.5	8.4
	CH-C2	3770-3900	6.8	6.5	5.8

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 24. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación a la variación con la altitud del páramo de la comunidad de Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 24, se puede observar la relación del contenido de Carbono Orgánico Total y como varia dependiendo el tipo de vegetación y variación de altitud.

En la zona baja (3650-3750 msnm), se evidencia tres grupos de datos dependiendo el tipo de intervención, en el primer grupo (CH-A1, A2, A4) no presenta intervención humana y tiene una vegetación de pajonal y almohadilla, posee un promedio de C.O.T. de 7.0 % (0-30 cm), 5.9% (30-60 cm) y 5.2 % (60-90 cm), en el punto CH-C3 el suelo es utilizado para fines agrícolas con cultivos de ciclo corto y se nota una disminución del 33% del contenido de C.O.T en el primer estrato de profundidad en relación al primer estrato de la zona que no presenta intervención humana, mientras que en los estratos de (30-60 y 60-90 cm) no presentan variabilidad, y en el punto CH-A5 en donde existe la presencia de pajonal y un bosque de pinos que tiene una edad aproximada de 15 años presenta un disminución de C.O.T. del 10 % en el primer estrato con relación al estrato que no presenta intervención humana, mientras que en los estratos de (30-60 y 60-90 cm) no presentan variabilidad.

En la zona media (3730-3770 msnm) presenta intervención humana con fines de pastoreo, existe una vegetación de pajonal, almohadilla y pasto introducido, y presenta un incremento del 10% en el primer estrato (0-30 cm), 17% en el segundo estrato (30-60 cm), y 22% (60-90 cm) con relación a los estratos de la zona baja en donde no presentan intervención humana.

En la zona alta (3770-3900 msnm) presenta dos grupos de datos, el primer grupo (CH-C1, C3) en donde no presenta intervención humana y tiene una vegetación de pajonal alto y almohadilla, registra un incremento del 17% en el primer estrato

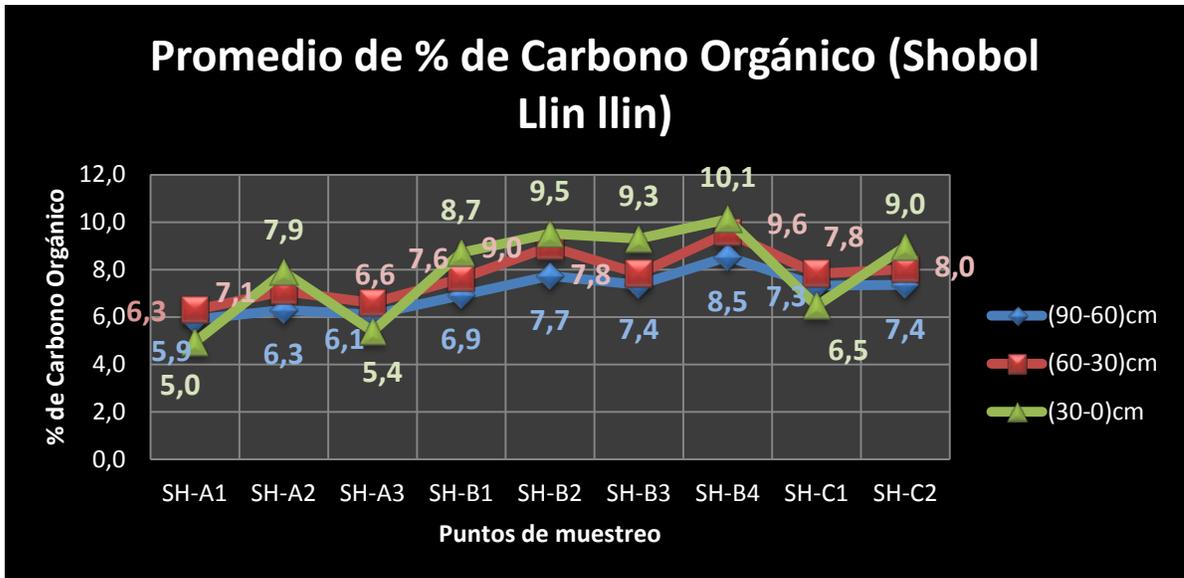
(0-30 cm), 21% en el segundo estrato (30-60 cm), y 23% (60-90 cm) con relación a los estratos de la zona baja en donde no presentan intervención humana y tiene una vegetación similar; mientras en el punto CH-C2 en donde existe intervención con fines agrícolas existe un descenso de C.O.T. del 30% en el primer estrato (0-30 cm), 13% en el segundo estrato (30-60 cm) y en el tercer estrato se mantiene constante en relación a los valores de los estratos del punto (CH-C1, C3).

TABLA N° 48. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo a diferentes profundidades del páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.

Puntos de muestreo	Código	Profundidad de muestreo		
		(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
SH-A	SH-A1	5.9	6.3	5.0
	SH-A2	6.3	7.1	7.9
	SH-A3	6.1	6.6	5.4
SH-B	SH-B1	6.9	7.6	8.7
	SH-B2	7.7	9.0	9.5
	SH-B3	7.4	7.8	9.3
	SH-B4	8.5	9.6	10.1
SH-C	SH-C1	7.3	7.8	6.5
	SH-C2	7.4	8.0	9.0

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 25. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo del Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 25, se puede observar los datos promedios del porcentaje de C.O.T. concentrado en el suelo del páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin a diferente profundidad.

En la zona baja, tenemos el valor más elevado de C.O.T. en el primer estrado (0-30cm) del punto SH-A2 en donde no existe intervención humana y tiene una vegetación de pajonal y almohadilla, registrando un valor promedio de 7,9 % (0-30 cm), mientras en los puntos SH-A1, A3 en donde existe intervención humana con fines agrícolas tiene un valor más bajo en el primer estrato registrando un valor 5,2 %, en los estratos de (30-60, 60-90 cm) no presenta variabilidad en los datos, registrando un valor promedio 6,1 % y 6,7 % respectivamente en cada estrato.

En la zona media de identifico 4 puntos de datos dependiendo el tipo de vegetación y la variación de la altitud, en el punto SH-B1 es una zona intervenida con fines de pastoreo, tiene una vegetación de pajonal y almohadilla, registra un valor promedio de C.O.T. de 7,8% en los tres estratos (0-90cm), en el punto SH-B2 en donde existe poca intervención humana y tiene una vegetación de pajonal alto, registra un valor promedio de C.O.T del 8,7% en los tres estratos (0-90cm), en el punto SH-B3 en donde presenta una vegetación mixta entre pajonal, almohadilla y un bosque de pinos, registra un valor de C.O.T. de 8.2% en los tres estratos de (0-90cm), y en el punto SH-B4 que es la parte más elevada de la zona de estudio, en la cual no existe intervención humana, y tiene una vegetación de pajonal, registra el valor más elevado de C.O.T. de alrededor del 9.4% en los tres estratos (0-90cm).

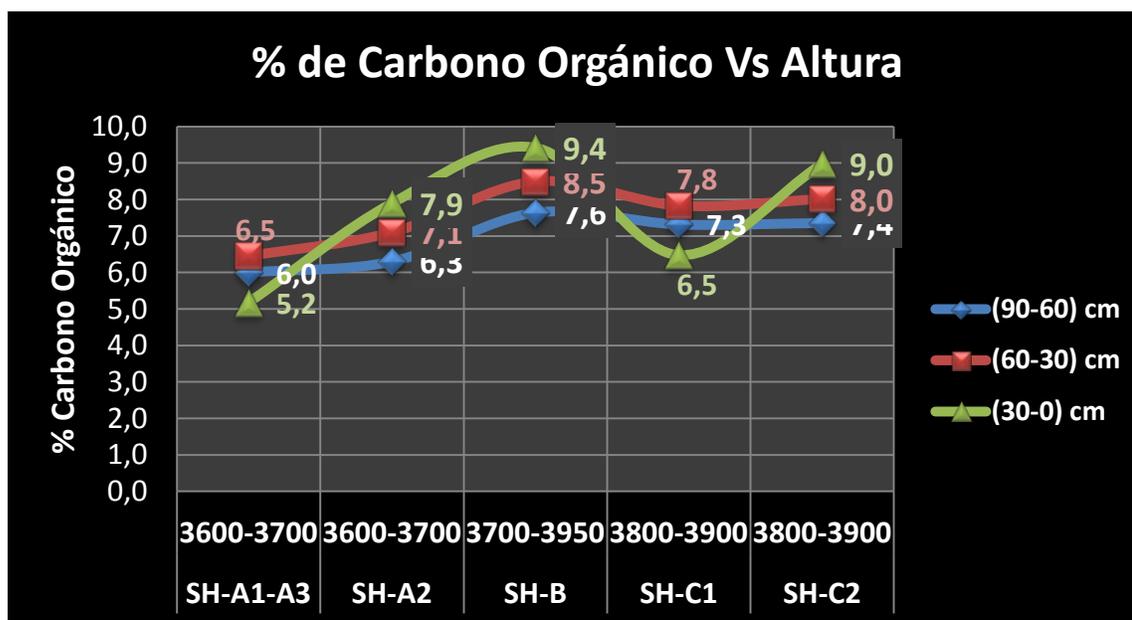
En la zona CH-C tenemos dos 2 grupos de datos dependiendo de la intervención, en el punto CH-C1 por intervención humana se ha perdido la capa vegetal que existía en esta zona viéndose una disminución de contenido de C.O.T. en el primer estrato (0-30 cm) registrando un promedio del 6.5%, mientras en el primer estrato (0-30 cm) del punto CH-C2 en donde no existe intervención humana tiene un valor promedio del 9.0 %; en los estratos de (30-60 y 60-90 cm) de ambos puntos no presentan gran variabilidad en los datos dando un valor promedio del 7.9% y 7.35% respectivamente para cada estrato.

TABLA N° 49. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación a la variación con la altitud del Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.

Puntos de muestreo	Código	Altura (m.s.n.m.)	Promedio Profundidad de muestreo		
			(90-60) cm	(60-30) cm	(30-0) cm
SH-A	SH-A1-A3	(3600-3700)msnm	6.0	6.5	5.2
	SH-A2	(3600-3700)msnm	6.3	7.1	7.9
SH-B	SH-B	(3700-3950)msnm	7.6	8.5	9.4
SH-C	SH-C1	(3800-3900)msnm	7.3	7.8	6.5
	SH-C2	(3800-3900)msnm	7.4	8.0	9.0

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 26. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total del suelo con relación a la variación con la altitud del Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 26, se puede observar la relación del contenido de Carbono Orgánico Total y como varía dependiendo el tipo de vegetación y variación de altitud en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.

En la zona CH-A que va desde los 3600 - 3700 msnm, se encuentra en el punto SH-A2 el cual tiene una vegetación mixta entre pajonal y almohadilla además no presenta intervención humana y tiene un valor promedio de C.O.T. de 7.9 % (0-30 cm), 7.1% (30-60 cm) y 6.3 % (60-90) cm, en los puntos SH-A1, A3 en donde presenta intervención humana con fines agrícolas, se puede evidenciar una disminución del contenido de C.O.T. del 34% en el primer estrado (0-30 cm), del 9% en el segundo estrato (30-60 cm) y del 5% en el tercer estrado (60-90 cm), en relación al punto SH-A2 el cual presenta condiciones normales.

En la zona SH-B que va desde los 3700 – 3950 msnm, consta de una vegetación de pajonal, almohadilla, pasto introducido y presenta en el área de estudio poca intervención humana, según los datos registrados tiene un incremento del contenido de C.O.T. del 19% en el primer estrato (0-30 cm), del 20% en el segundo estrato (30-60 cm) y del 21% en el tercer estrato (60-90 cm), en relación al punto SH-A2 el cual posee condiciones similares.

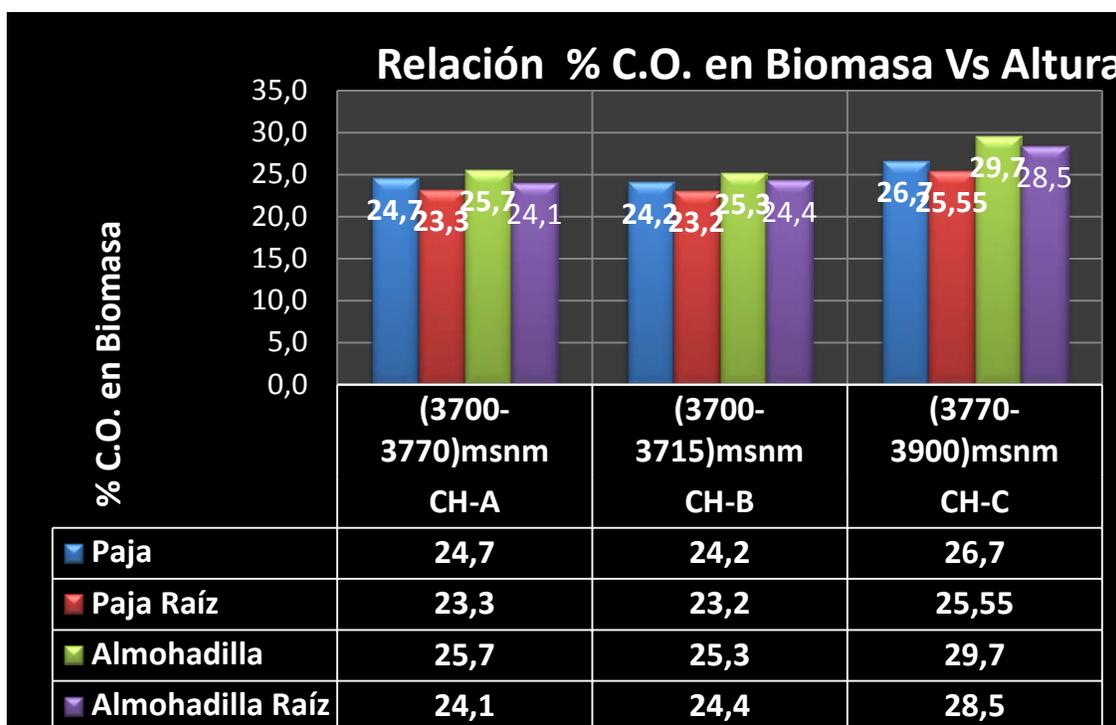
En la zona SH-C que va desde los 3800 – 3900 msnm, tenemos el punto SH-C2 el cual no presenta intervención humana y tiene una vegetación de pajonal alto, en este punto se puede notar un incremento del contenido del C.O.T. del 14% en el primer estrato (0-30cm), del 13% en el segundo estrato (30-60 cm), del 17% en el tercer estrato (60-90 cm), en relación al punto SH-A2.

TABLA N° 50. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total en la Biomasa con relación a la variación de altura en el Páramo de Chimborazo.

P. de Muestreo	Altura	Promedio del % de C.O. En Biomasa			
		Paja	Paja Raíz	Almohadilla	Almohadilla Raíz
CH-A	(3700-3770)msnm	24.7	23.3	25.7	24.1
CH-B	(3700-3715)msnm	24.2	23.2	25.3	24.4
CH-C	(3770-3900)msnm	26.7	25.55	29.7	28.5

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 27. Datos promedio del % de Carbono Orgánico Total acumulado en la biomasa Vs la altura del Páramo de la Comunidad de Chimborazo.



Fuente: Investigadores., 2011

En el grafico 27, se puede observar el porcentaje de Carbono Orgánico Total almacenado en la biomasa del Páramo de la Comunidad Chimborazo.

En la zona CH-A presenta una biomasa de paja y almohadilla, el porcentaje de C.O.T. almacenado en la almohadilla es el 4% más que el que posee la paja y el almacenado en la raíz de la almohadilla es un 3% más que el que se encuentra almacenado en la raíz de la paja. En la zona CH-B tiene una vegetación de paja y almohadilla, el porcentaje de C.O.T. almacenado en la almohadilla es el 5% más que el que posee la paja y el almacenado en la raíz de la almohadilla es un 4% más que el que se encuentra almacenado en la raíz de la paja. En la zona CH-C presenta una biomasa de paja y almohadilla, el porcentaje de C.O.T. almacenado en la almohadilla es el 10% más que el que posee la paja y el almacenado en la raíz de la almohadilla es un 11% más que el que se encuentra almacenado en la raíz de la paja.

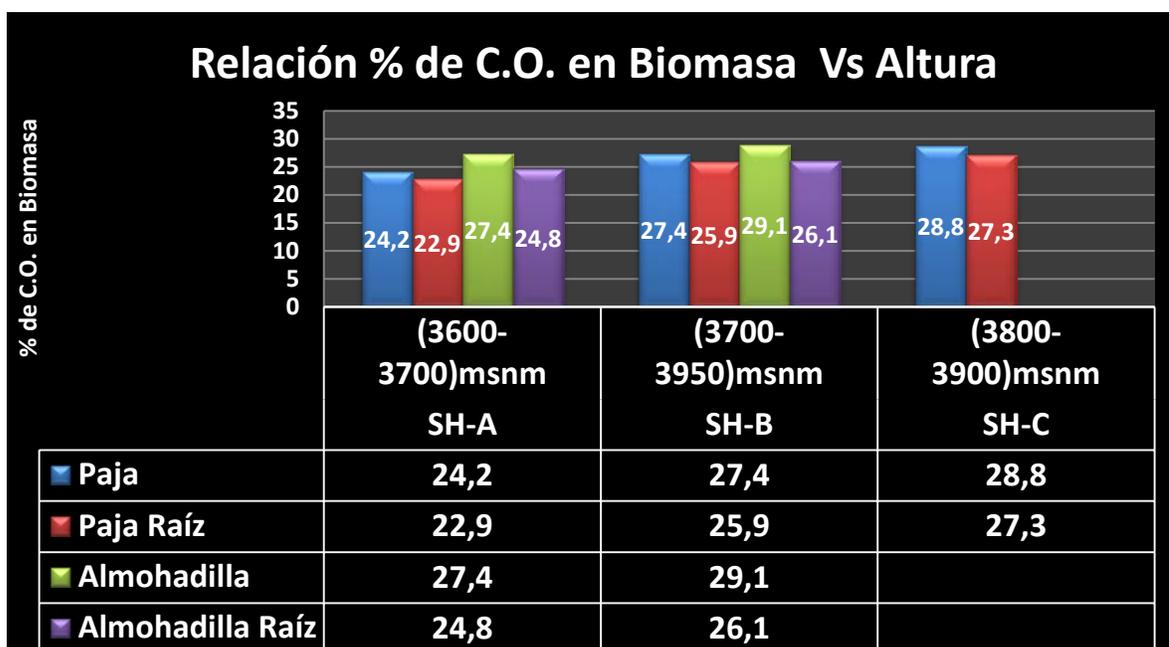
El porcentaje de C.O.T almacenado en la Biomasa (paja, paja raíz, almohadilla y almohadilla raíz), en los puntos CH-A y CH-B no tienen mucha variabilidad ya que se encuentran en una altitud similar mientras en el punto CH-C el cual está a una altitud más elevada se registra un incremento del 15% en almohadilla, 14% en almohadilla raíz, 7.3% en paja y 9.4% en para raíz del C.O.T...

TABLA N° 51. Datos promedio del porcentaje de Carbono Orgánico Total en la biomasa con relación a la variación de altura en el Páramo de Shobol Llin Ilin.

P. de Muestreo	Altura	BIOMASA			
		Paja	Paja Raíz	Almohadilla	Almohadilla Raíz
SH-A	(3600-3700)msnm	24.2	22.9	27.4	24.8
SH-B	(3700-3950)msnm	27.4	25.9	29.1	26.1
SH-C	(3800-3900)msnm	28.8	27.3		

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 28. Datos promedio del % de Carbono Orgánico Total acumulado en la biomasa Vs la altura en el Páramo de la Comunidad Shobol Llin Ilin.



Fuente: Investigadores., 2011

En el grafico 28, se puede observar el porcentaje de Carbono Orgánico Total almacenado en la biomasa del Páramo de la Comunidad Shobol Llin llin.

En la zona SH-A presenta una biomasa de paja y almohadilla, el porcentaje de C.O.T. almacenado en la almohadilla es el 12% más que el que posee la paja y el almacenado en la raíz de la almohadilla es un 8% más que el que se encuentra almacenado en la raíz de la paja. En la zona CH-B tiene una vegetación de paja y almohadilla, el porcentaje de C.O.T. almacenado en la almohadilla es el 6% más que el que posee la paja y el almacenado en la raíz de la almohadilla es un 2% más que el que se encuentra almacenado en la raíz de la paja. En la zona CH-C presenta una biomasa de pajonal alto con un contenido de C.O.T. en la parte aérea del 28.8% y en la raíz del 27.3%.

El porcentaje de C.O.T almacenado en la Biomasa (paja, paja raíz, almohadilla y almohadilla raíz) se incrementa conforme aumenta la altitud como se puede observar en la gráfica, en el punto SH-B el cual está a una altitud más elevada se registra un incremento del 13.2% en almohadilla, 12.0% en almohadilla raíz, 6.2% en paja y 5.1% en para raíz del C.O.T, mientras que en el punto SH-C solo tenemos la presencia de paja el cual presenta un incremento del 19% en paja y un 17.8% en paja raíz, todos estos datos en relación con el punto SH-A que es la zona de más baja altitud.

3.3.3 Relación Carbono/Nitrógeno

Este nitrógeno sufre, en el suelo, una serie de transformaciones que van desde la mineralización (paso de compuestos nitrogenados a una forma mineral inorgánica), hasta la inmovilización (cuando existe una relación C/N alta, los microorganismos utilizan todo el nitrógeno mineral existente en el suelo), pasando por los procesos de nitrificación (conversión de sales amoniacales en nitritos, y finalmente, en nitratos por bacterias del género *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*).

TABLA Nº 52. Datos de la relación C/N del suelo del Páramo de la Comunidad de Chimborazo.

Punto de Muestreo	Código	Nitrógeno total (%)		Carbono Orgánico Total (%)		Relacion de C/N			
		(0-30)cm	(30-60)cm	(0-30)cm	(30-60)cm	(0-30)cm	Calidad Edafica de M.O	(30-60)cm	Calidad Edafica de M.O
CH-A	CH-A1	0.574	0.574	6.7	5.4	11.8	Buena	9.4	Buena
	CH-A2	0.574	0.574	7.6	6.7	13.2	Mediana	11.6	Buena
	CH-A3	0.575	0.575	4.7	6.5	8.1	Buena	11.2	Buena
	CH-A4	0.575	0.575	6.6	5.6	11.5	Buena	9.8	Buena
	CH-A5	0.573	0.573	6.3	5.9	11.0	Buena	10.3	Buena
CH-B	CH-B1	0.576	0.576	7.9	7.1	13.7	Mediana	12.2	Mediana
CH-C	CH-C1	0.578	0.578	8.1	7.2	14.0	Mediana	12.5	Mediana
	CH-C2	0.577	0.577	5.8	6.5	10.1	Buena	11.3	Buena
	CH-C3	0.578	0.578	8.7	7.8	15.1	Mediana	13.5	Mediana

Fuente: Investigadores., 2011

TABLA N° 53. Datos de la relación C/N del suelo del Páramo de la Comunidad

Shobol Llin Ilin.

Punto de Muestreo	Código	Nitrógeno total (%)		Carbono Orgánico Total (%)		Relacion de C/N			
		(0-30)cm	(0-60)cm	(0-30)cm	(30-60)cm	(0-30)cm	Calidad Edáfica de M.O	(30-60)cm	Calidad Edáfica de M.O
SH-A	SH-A1	0.626	0.626	5.0	6.3	7.91	Muy Buena	10.06	Buena
	SH-A2	0.631	0.631	7.9	7.1	12.52	Mediana	11.25	Buena
	SH-A3	0.631	0.631	5.4	6.6	8.56	Buena	10.46	Buena
SH-B	SH-B1	0.628	0.628	8.7	7.6	13.89	Mediana	12.14	Mediana
	SH-B2	0.628	0.628	9.5	9.0	15.15	Mediana	14.29	Mediana
	SH-B3	0.623	0.623	9.3	7.8	14.94	Mediana	12.56	Mediana
	SH-B4	0.628	0.628	10.1	9.6	16.13	Deficiente	15.22	Mediana
SH-C	SH-C1	0.651	0.651	6.5	7.8	9.95	Buena	12.03	Buena
	SH-C2	0.651	0.651	9.0	8.0	13.79	Mediana	12.31	Mediana

Fuente: Investigadores., 2011

3.3.4. Comprobación de la Hipótesis

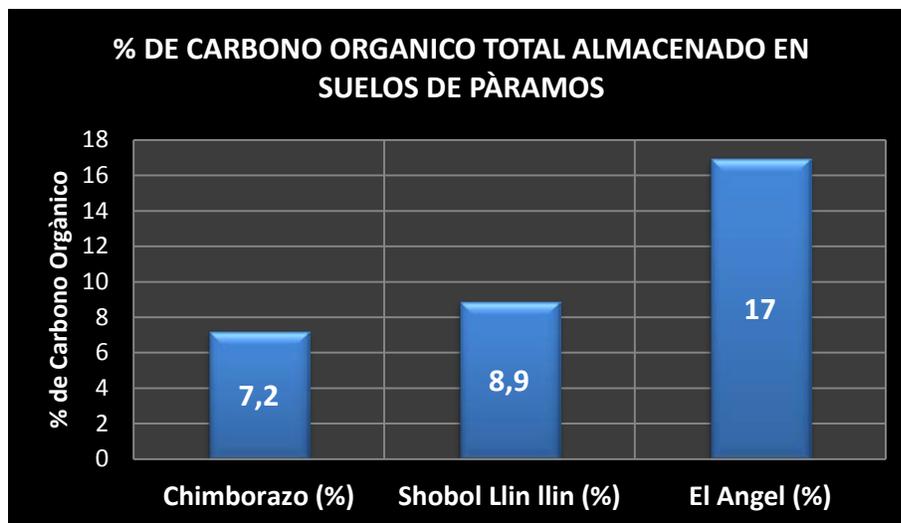
El contenido de carbono orgánico total almacenado en suelo de páramo, en las Comunidades de Shobol y Chimborazo se encuentra alrededor del 17%.

TABLA N° 54. Contenido de Carbono Orgánico almacenado en suelos de los Paramos de Chimborazo, Shobol Llin Ilin y El Ángel

Contenido de Carbono Orgánico total almacenado en suelos de Páramos		
Chimborazo (%)	Shobol Llin Ilin (%)	El Ángel (%)
7.2	8.9	17

Fuente: Investigadores., 2011

GRÁFICO N° 29. Datos del Contenido de Carbono Orgánico almacenado en suelos de los Paramos de Chimborazo, Shobol Llin Ilin y El Ángel



Fuente: Investigadores., 2011

En el gráfico 29, se representa los datos de Carbono Orgánico Total del estudio realizado en los suelos de Páramos de la Comunidades de Chimborazo y Shobol Llin Ilin y el dato tomado como hipótesis del Páramo del Ángel.

En el Páramo de Chimborazo tenemos un promedio de Carbono Orgánico almacenado en suelo del 7.2 %, a comparación del valor registrado en el Páramo del Ángel tiene un 57.6 % menos de Carbono Orgánico.

En el Páramo de Shobol Llin Ilin tenemos un promedio de Carbono Orgánico almacenado en suelo del 8.9 %, a comparación del valor registrado en el Páramo del Ángel tiene un 47.5 % menos de Carbono Orgánico.

Esta variación se debe a que el estudio realizado en los Paramos de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Ilin se realizó a una profundidad de 90

cm, mientras el estudio realizado en el Páramo del Ángel se realizó a una profundidad de 2 m. Por lo que la hipótesis es nula.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

- El contenido de Carbono Orgánico Total almacenado en el suelo de páramo de la comunidad de Chimborazo, en el primer estrado es 7,4%; en el segundo estrado es 6.5%, en el tercer estrato es 6.1%, registrando un valor promedio de Carbono Orgánico almacenado en suelo del 6.5%; en la comunidad de Shobol Llin llin, en el primer estrato es 9.1%; en el segundo estrado es 7.8%, en el tercer estrato es 7.8%, registrando un valor promedio de Carbono Orgánico almacenado en suelo del 7.6%. En el suelo del páramo de Shobol Llin llin tenemos un 16.9% más de Carbono Orgánico almacenado, en relación al suelo del páramo de Chimborazo, ya que en esta zona encontramos una mayor cobertura vegetal de almohadilla.
- La intervención antrópica en el páramo de la comunidad de Chimborazo se presenta de la siguiente manera: la zona de estudio en donde no presenta intervención humana prevalece la vegetación de Pajonal Alto (*Huperzia crassa*), Pajonal bajo (*Calamagrotis intermedia*), y Almohadilla (*Lachemilla orbiculata*); mientras en los lugares en donde existe intervención humana con fines agrícolas presentan cultivos de ciclo corto como zanahoria, papas, ajo, habas y pasto. Y en la comunidad de Shobol Llin llin la vegetación más representativa en las zonas en donde no presenta intervención son: Pajonal

Alto (*Huperzia crassa*), Pajonal bajo (*Calamagrotis intermedia*), y Almohadilla (*Lachemilla orbiculata*); en los lugares en donde existe intervención humana con fines agrícolas presentan variación en la vegetación con cultivos de ciclo corto entre estos tenemos: zanahoria, papas, ajo, habas, vicia.

- En el Páramo de la Comunidad Chimborazo se tomó nueve puntos de muestreo y en el Páramo de la Comunidad de Shobol Llin Llin se seleccionó nueve puntos de muestreo, se realizó tomando en cuenta la variación de los pisos altitudinales, el uso del suelo y del tipo de vegetación presentes, tanto propias del páramo como especies introducidas
- El contenido de Carbono Orgánico Total almacenado zonas de estudio, a partir de los datos registrados en las tablas N.º 47, 49, 50 y 51, se concluye que a medida que se incrementa la altitud, se incrementa el contenido de Carbono Orgánico, tanto el almacenado en Suelo como en Biomasa.
- En el páramo de la comunidad de Chimborazo, el contenido de Carbono Orgánico Total almacenado en almohadilla es 27%, en paja es 25%, en los suelos donde la cobertura vegetal es almohadilla el valor promedio de carbono es de 7.2%, y en donde la cobertura vegetal es paja el valor es de 6.6%. En el páramo de la comunidad de Shobol Llin Llin, el contenido de Carbono Orgánico Total almacenado en almohadilla es 26%, en paja es 24%, en los suelos donde

se presenta cobertura vegetal de almohadilla tiene un valor promedio es de 8.9%, y en donde la cobertura vegetal de paja el valor es de 8.2%.

- Los datos Microbiológicos, a partir de los datos registrados en la tablas N.º 41 y 42, se concluye que en las zonas donde presenta intervención humana existe un incremento en el número de microorganismos y la presencia de nuevos tipos de hongos en comparación con una zona no intervenida.
- La línea base en el Páramo de las Comunidades de Chimborazo y Shobol Llin en los meses de estudio, que se realizó entre Mayo-2011 y Diciembre-2011 tenemos los siguientes datos: En el Páramo de Chimborazo, un valor promedio de temperatura del 9.01°C, un valor promedio de Punto de Roció del 6.3%, un valor promedio de Humedad del 87.3%, un valor promedio Velocidad de Viento del 14.7 Km/h, un valor promedio de Precipitación de 193.4 mm, y un valor promedio de Carbono orgánico del 7.2%. En el Páramo de Shobol Llin Ilin, un valor promedio de temperatura del 8.8°C, un valor promedio de Punto de Roció del 6.9%, un valor promedio de Humedad del 88.01%, un valor promedio Velocidad de Viento del 16.3 Km/h, un valor promedio de Precipitación de 197.1 mm, y un valor promedio de Carbono orgánico del 8.9%.
- El estudio realizado de Carbono Organito Total, en los Páramos de Chimborazo y Shobol Llin Ilin, se registró un valor promedio del 7.2 % y 8.9 %

respectivamente, y el valor promedio de la hipótesis en Páramo del Ángel tiene un valor promedio del 17%, por lo tanto la Hipótesis es Nula.

4.2 Recomendaciones.

- Realizar la identificación de los microorganismos presentes en la Comunidades de Chimborazo y Shobol Llin llin, para conocer en qué porcentaje se encuentran tanto las benéficas como las patógenas.
- Utilizar los datos obtenidos de Carbono Orgánico Total, para el mejor manejo y conservación de los ecosistemas de páramo, porque son sumideros importantes de almacenamiento de carbono.
- Para la obtención de datos más fiables con respecto a los datos meteorológicos es importante que los estudios se realicen durante todo el año, esto ayudará a ver el comportamiento del recurso hídrico tanto en épocas secas como lluviosas.
- La cooperación de las comunidades que habitan en la zona es primordial en la investigación, por lo que se debe buscar maneras en que estas se involucren de manera más participativa.

- Realizar un estudio de la densidad de los suelos en los Páramo de las Comunidades Chimborazo y Shobol Llin Ilin.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALBÁN., M., & ARGÜELLO., M., Un análisis de los impactos sociales y económicos de los proyectos de fijación de carbono en el Ecuador. El caso de PROFAFOR–FACE. IIED., Londres., 2001. Pp. 74.
2. COPPUS., R., & HOFSTEDE., R., El estado de salud de algunos páramos del Ecuador: Una metodología de campo. Los páramos del Ecuador. Proyecto Páramo y AbyaYala., Quito – Ecuador., 2001. Pp. 219-240.
3. HERNANDEZ., R., Evaluación del stock de carbono y secuestro potencial del carbono y sistemas de uso de tierra y la racionalidad económica de conversiones de uso de tierra, a través del cambio de uso de tierra con un enfoque en América Latina y el Caribe., Lima – Perú., 1999. Pp. 77-92
4. HOFSTEDE., R., & MENA., P., La flora de los páramos ecuatorianos. En: La biodiversidad de los páramos. Serie Páramo., Quito – Ecuador., 2000. Pp. 5-21.
5. HOFSTEDE., R., & AGUIRRE., N., Biomasa y dinámica del carbono en relación a las actividades forestales en la Sierra del Ecuador. Serie Páramo (Carbono), Quito – Ecuador., 1999. Pp. 29-52.
6. PUGET., P., Total y distribución de la materia orgánicas en los agregados de silicio de tierras cultivadas., Londres., 1995. Pp. 449-459.

7. HOFSTEDE., R., & AGUIRRE., N., El páramo como espacio de mitigación del Carbono Atmosférico para plantaciones forestales. GTP/AbyaYala., Quito - Ecuador., 1999. Pp. 29 -52.
8. ROBERT., M., STENGEL., P., Agricultura: Variación del contenido de carbono, por la calidad y procesos de degradación por la agricultura., Bogotá – Colombia., 1999. Pp. 301-308.
9. CHILUIZA., P., Estudio de la microcuenca del Río Chiquicahua en función de la cantidad, calidad y aprovechamiento hídrico de sus afluentes. Tesis Biotecnología Ambiental., Riobamba - Ecuador., Facultad de Ciencias., 2010., Pp. 30-37.
10. FASSBENDER., H., Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA., Barcelona - España., 1975. Pp. 221-223.
11. MANCHENO., M., Levantamiento de la línea base de cuatro humedales de la parroquia San Andrés – Chimborazo proyecto Andes – II etapa., Tesis Biotecnología Ambiental., Riobamba - Ecuador., Facultad de Ciencias., 2011., Pp. 34-42.
12. OROZCO., S., Elaboración de un plan de manejo de suelos, en las comunidades de Calerita Santa Rosa y Shobol Llin Ilin, parroquia San Juan, cantón Riobamba., Tesis Ingeniería Forestal., Riobamba - Ecuador., Facultad de Recursos Forestales., 2011., Pp. 42,48.

INTERNET.

13. TIPOS DE PÁRAMO EN EL ECUADOR

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/la-biodiversidad.pdf>

(2011-06-03).

14. TIPOS DE SUELOS EN PARAMOS

<http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/personal/sburneo/cursos/ecologia/12%20Caracteristicas%20paramo.pdf>

(2011-02-07)

15. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

www.pdf.rincondelvago.com/propiedades-quimicas-del-suelo.html.

(2011-06-10)

16. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

www.pdf/%propiedades-fisicas-del-suelo/_certificados/Proyectos%20Desing.html.

(2011-07-03)

17. INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO

http://www.ciclohidrologico.com/infiltracin_del_agua

(2011-07-26)

18. INFILTRACIÓN Y SUS PROCESOS

<http://ing.unne.edu.ar/pub/infi.pdf>

(2011-05-23)

ANEXOS

ANEXO1. Matriz de caracterización del Páramo de la comunidad de Chimborazo.

CARACTERIZACIÓN DEL PÁRAMO					
REGISTRO DE CAMPO					
Microcuenca:		Parroquia:	San Juan	Comunidad	Chimborazo
Subcuenca:		Cantón:	Riobamba	Latitud:	746667
				Long:	9825460
Investigación:	"CUANTIFICACIÓN DE CARBONO TOTAL ALMACENADO EN SUELOS DE PÁRAMOS EN LAS COMUNIDADES SHOBOL-CHIMBORAZO, SAN JUAN-CHIMBORAZO"				
Responsable:	Patricio Inga y Cristian Cunalata				
Registro llenado por:	Patricio Inga y Cristian Cunalata				
Fecha: 18 abril 2011	Hora: 08:00	Mes:	Abril		
CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO					
Uso del suelo predominante en los alrededores		Topografía:			
✓ Bosque	Urbano	Plana Ondulada ✓ Quebrada			
		Número de viviendas: 100			
✓ Rastrojo	✓ Potrero	Número aproximado de personas: 1000			
		Cantidad aproximado de animales:			
✓ Agricultura	Otro: Pajonal, Almohadilla	Vacuno: Ovinos: Equinos: Porcinos:			
		Tenencia de la tierra aproximada			
Especificar cultivo(s): Zanahoria, papás, habas, ajo.		2-5 ha 6-10 ha 10-19 ha > 20 ✓			
		Carreteras:			
		Pavimentadas 2do O. 3do O. ✓			

ANEXO 2. Matriz de caracterización del Páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.

CARACTERIZACIÓN DEL PÁRAMO							
REGISTRO DE CAMPO							
Microcuenca:		Parroquia:	San Juan	Comunidad	Shobol Llin Ilin		
Subcuenca:		Cantón:	Riobamba	Latitud:	754680		
				Long:	9854678	Altitud:	3600-3950
Investigación:	"CUANTIFICACIÓN DE CARBONO TOTAL ALMACENADO EN SUELOS DE PÁRAMOS EN LAS COMUNIDADES SHOBOL-CHIMBORAZO, SAN JUAN-CHIMBORAZO"						
Responsable:	Patricio Inga y Cristian Cunalata						
Registro llenado por:	Patricio Inga y Cristian Cunalata						
Fecha: 18 abril 2011	Hora: 08:00			Mes:	Abril		
CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO							
Uso del suelo predominante en los alrededores				Topografía:			
<input checked="" type="checkbox"/> Bosque	Urbano			Plana Ondulada <input checked="" type="checkbox"/> Quebrada			
				Número de viviendas: 100			
<input checked="" type="checkbox"/> Rastrojo	<input checked="" type="checkbox"/> Potrero			Número aproximado de personas: 600			
				Cantidad aproximado de animales:			
<input checked="" type="checkbox"/> Agricultura	Otro: Pajonal, Almohadilla			Vacuno: Ovinos: Equinos: Porcinos:			
				Tenencia de la tierra aproximada			
				2-5 ha 6-10 ha 10-19 ha > 20 <input checked="" type="checkbox"/>			
				Carreteras:			
				Pavimentadas 2do O. 3do O. <input checked="" type="checkbox"/>			
Especificar cultivo(s): Zanahoria, papás, habas, ajo, ocas, cebolla.							

ANEXO 3. Encuesta aplicada a los habitantes de la comunidad



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

Objetivo: Realizar un levantamiento de los usos del suelos.

DATOS INFORMATIVOS:

EDAD:	22-32 <input type="checkbox"/>	SEXO: Masculino <input type="checkbox"/>
	33-43 <input type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>
	44-54 <input type="checkbox"/>	
	55-65 <input type="checkbox"/>	

1. ¿A qué actividad se dedica?

- Agricultura ()
- Docente ()
- Servidor Público ()
- Albañil ()
- Empleada Doméstica ()

2. ¿Cómo almacena el agua en su casa?

- Tanques ()
- Recipientes ()
- Otro (llave) ()

3. ¿Cuenta usted con agua de regadío?

Si ()

No ()

4. ¿El terreno que ocupa este hogar es?

Propio ()

Arrendado ()

Prestado ()

Comunal ()

5. ¿Qué productos cultiva con mayor frecuencia?

Papas ()

Habas ()

Cebada()

Avena ()

Otro ()

6. ¿Qué tipo de abono utiliza?

Natural ()

Químico ()

7. Tiempo que se encuentra cultivando.

1 año ()

2 años ()

3 años ()

Mas de 4 años ()

8. ¿Se quema con frecuencia la vegetación de páramo?

Si ()

No ()

Cuales son las razones:.....

9. ¿Las zonas altas de páramo tiene intervención de tipo?

Pastoreo ()

Agricultura ()

Silvicultura ()

No tiene intervención ()

Otros:.....

10. ¿Qué especies animales se encuentran en las zonas de páramo que son utilizadas como pastoreo?

Vacas ()

Chanchos ()

Borregos ()

Otros:.....

Gracias por su colaboración

ANEXO 4. Resultados de los análisis de contenido de Carbono Orgánico en el Suelo del Páramo de Chimborazo.

CUNTIFICACION DE CARBONO ORGANICO EN SUELO DE PARAMO DE LA COMUNIDAD DE CHIMBORAZO-SAN JUAN																	
P. de Muestra	Cód.	Profundidad	ABSORBANCIAS DE CONTENIDO DE C. O.											PROMEDIO TOTAL DE ABSORBANCIA	CONCENTACION DE C. O. (ppm)	PROMEDIO DEL % DE CONTENIDO DE C. O.	
			CH-M1-S				CH-M2-S				CH-M3-S						
			(cm)	r1	r2	r3	P1	r1	r2	r3	P2	r1	r2				r3
CH-A	CH-A1	90-60	0.052	0.051	0.052	0.052	0.051	0.051	0.052	0.051	0.053	0.053	0.052	0.053	0.052	47.06	4.7
		60-30	0.061	0.061	0.060	0.061	0.060	0.060	0.061	0.060	0.063	0.063	0.063	0.063	0.061	53.81	5.4
		30-0	0.079	0.078	0.079	0.079	0.081	0.081	0.080	0.081	0.082	0.081	0.082	0.082	0.080	67.46	6.7
	CH-A2	90-60	0.066	0.066	0.067	0.066	0.066	0.066	0.067	0.066	0.067	0.066	0.067	0.067	0.066	57.46	5.7
		60-30	0.079	0.079	0.080	0.079	0.078	0.077	0.078	0.078	0.081	0.081	0.081	0.081	0.079	66.67	6.7
		30-0	0.089	0.089	0.090	0.089	0.092	0.092	0.092	0.092	0.094	0.094	0.095	0.094	0.092	75.63	7.6
	CH-A3	90-60	0.076	0.076	0.075	0.076	0.075	0.076	0.075	0.075	0.077	0.077	0.076	0.077	0.076	64.21	6.4
		60-30	0.078	0.077	0.078	0.078	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.075	0.076	0.076	0.076	64.60	6.5
		30-0	0.051	0.051	0.052	0.051	0.050	0.050	0.051	0.050	0.052	0.051	0.052	0.052	0.051	46.51	4.7
	CH-A4	90-60	0.058	0.057	0.058	0.058	0.057	0.057	0.056	0.057	0.059	0.059	0.059	0.059	0.058	51.27	5.1
		60-30	0.065	0.065	0.065	0.065	0.064	0.064	0.065	0.064	0.066	0.066	0.065	0.066	0.065	56.43	5.6
		30-0	0.078	0.078	0.079	0.078	0.077	0.077	0.077	0.077	0.081	0.080	0.081	0.081	0.079	66.19	6.6
	CH-A5	90-60	0.065	0.064	0.065	0.065	0.064	0.064	0.064	0.064	0.065	0.065	0.066	0.065	0.065	56.19	5.6
		60-30	0.069	0.069	0.070	0.069	0.070	0.069	0.070	0.070	0.068	0.067	0.068	0.068	0.069	59.21	5.9
		30-0	0.075	0.074	0.075	0.075	0.074	0.074	0.073	0.074	0.074	0.074	0.075	0.074	0.074	63.02	6.3
CH-B	CH-B1	90-60	0.079	0.079	0.080	0.079	0.078	0.077	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	65.95	6.6
		60-30	0.084	0.084	0.085	0.084	0.084	0.085	0.084	0.084	0.086	0.086	0.085	0.086	0.085	70.56	7.1
		30-0	0.095	0.095	0.096	0.095	0.096	0.096	0.097	0.096	0.098	0.098	0.097	0.098	0.096	78.89	7.9
CH-C	CH-C1	90-60	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.077	0.077	0.077	0.078	0.078	0.077	0.078	0.078	65.48	6.5
		60-30	0.088	0.088	0.089	0.088	0.087	0.087	0.087	0.087	0.086	0.085	0.086	0.086	0.087	72.14	7.2
		30-0	0.099	0.099	0.100	0.099	0.100	0.101	0.101	0.101	0.099	0.100	0.100	0.100	0.100	81.35	8.1
	CH-C2	90-60	0.081	0.081	0.081	0.081	0.083	0.082	0.083	0.083	0.082	0.081	0.081	0.081	0.082	68.33	6.8
		60-30	0.078	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.076	0.077	0.076	0.075	0.076	0.076	0.077	64.68	6.5
		30-0	0.068	0.068	0.067	0.068	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.066	0.066	0.066	0.067	57.86	5.8
	CH-C3	90-60	0.085	0.086	0.085	0.085	0.086	0.086	0.087	0.086	0.086	0.086	0.085	0.086	0.086	71.27	7.1
		60-30	0.096	0.095	0.095	0.095	0.094	0.094	0.094	0.094	0.096	0.096	0.096	0.096	0.095	77.94	7.8
		30-0	0.107	0.106	0.107	0.107	0.108	0.108	0.107	0.108	0.107	0.107	0.108	0.107	0.107	86.59	8.7

Fuente: Investigadores., 2011

ANEXO 5. Resultados de los análisis de contenido de Carbono Orgánico en el Suelo de Páramo Shobol Llin

llin.

CUNTIFICACION DE CARBONO ORGANICO EN SUELO DE PARAMO DE LA COMUNIDAD DE SHOBOL LIN LLIN-SAN JUAN																	
P. de Muestreo	Cód.	Profundidad	ABSORBANCIAS DE CONTENIDO DE CARBONO ORGANICO												PROMEDIO TOTAL DE ABSORBANCIA	CONCENTACION DE C. O. (ppm)	PROMEDIO DEL % DE CONTENIDO DE C. O.
			SH-M1-S				SH-M2-S				SH-M3-S						
			(cm)	r1	r2	r3	P1	r1	r2	r3	P2	r1	r2	r3			
SH-A	SH-A1	90-60	0.069	0.069	0.069	0.069	0.070	0.069	0.070	0.070	0.068	0.067	0.068	0.068	0.069	59.13	5.9
		60-30	0.074	0.074	0.074	0.074	0.075	0.075	0.074	0.075	0.073	0.073	0.072	0.073	0.074	62.70	6.3
		30-0	0.055	0.055	0.056	0.055	0.056	0.057	0.056	0.056	0.054	0.054	0.055	0.054	0.055	49.52	5.0
	SH-A2	90-60	0.073	0.074	0.074	0.074	0.075	0.075	0.074	0.075	0.074	0.074	0.073	0.074	0.074	62.86	6.3
		60-30	0.084	0.084	0.084	0.084	0.086	0.086	0.087	0.086	0.087	0.087	0.086	0.087	0.086	71.19	7.1
		30-0	0.099	0.099	0.098	0.099	0.095	0.096	0.096	0.096	0.097	0.096	0.096	0.096	0.097	79.21	7.9
	SH-A3	90-60	0.070	0.069	0.069	0.069	0.070	0.071	0.071	0.071	0.072	0.072	0.073	0.072	0.071	60.56	6.1
		60-30	0.077	0.076	0.077	0.077	0.078	0.078	0.079	0.078	0.079	0.078	0.079	0.079	0.078	65.63	6.6
		30-0	0.061	0.061	0.062	0.061	0.063	0.063	0.062	0.063	0.063	0.062	0.062	0.062	0.062	54.37	5.4
SH-B	SH-B1	90-60	0.083	0.083	0.083	0.083	0.082	0.082	0.083	0.082	0.083	0.084	0.083	0.083	0.083	69.21	6.9
		60-30	0.092	0.092	0.093	0.092	0.092	0.092	0.091	0.092	0.094	0.095	0.094	0.094	0.093	76.27	7.6
		30-0	0.106	0.107	0.106	0.106	0.108	0.107	0.108	0.108	0.111	0.110	0.110	0.110	0.108	87.22	8.7
	SH-B2	90-60	0.095	0.096	0.095	0.095	0.094	0.094	0.094	0.094	0.093	0.094	0.094	0.094	0.094	77.38	7.7
		60-30	0.112	0.112	0.113	0.112	0.110	0.111	0.110	0.110	0.112	0.113	0.112	0.112	0.112	89.76	9.0
		30-0	0.118	0.118	0.118	0.118	0.120	0.121	0.120	0.120	0.119	0.120	0.119	0.119	0.119	95.16	9.5
	SH-B3	90-60	0.089	0.088	0.089	0.089	0.090	0.089	0.090	0.090	0.088	0.089	0.089	0.089	0.089	73.57	7.4
		60-30	0.095	0.094	0.095	0.095	0.095	0.094	0.095	0.095	0.098	0.097	0.097	0.097	0.096	78.25	7.8
		30-0	0.116	0.116	0.115	0.116	0.118	0.117	0.118	0.118	0.116	0.115	0.116	0.116	0.116	93.10	9.3
	SH-B4	90-60	0.106	0.107	0.106	0.106	0.105	0.105	0.104	0.105	0.105	0.106	0.106	0.106	0.106	85.40	8.5
		60-30	0.119	0.120	0.119	0.119	0.120	0.121	0.120	0.120	0.119	0.120	0.120	0.120	0.120	95.56	9.6
		30-0	0.126	0.125	0.126	0.126	0.128	0.129	0.128	0.128	0.129	0.130	0.129	0.129	0.128	101.27	10.1
SH-C	SH-C1	90-60	0.088	0.088	0.089	0.088	0.089	0.087	0.089	0.088	0.089	0.088	0.089	0.089	0.088	73.17	7.3
		60-30	0.095	0.095	0.096	0.095	0.097	0.097	0.098	0.097	0.095	0.094	0.094	0.094	0.096	78.33	7.8
		30-0	0.079	0.079	0.079	0.079	0.077	0.077	0.076	0.077	0.075	0.074	0.074	0.074	0.077	64.76	6.5
	SH-C2	90-60	0.089	0.088	0.089	0.089	0.090	0.090	0.090	0.090	0.089	0.088	0.088	0.088	0.089	73.57	7.4
		60-30	0.097	0.097	0.097	0.097	0.099	0.100	0.099	0.099	0.098	0.099	0.098	0.098	0.098	80.16	8.0
		30-0	0.109	0.109	0.108	0.109	0.112	0.113	0.112	0.112	0.113	0.113	0.113	0.114	0.112	89.76	9.0

Fuente: Investigadores., 2011

ANEXO 6. Resultados de los análisis de contenido de Carbono Orgánico en la Biomasa del Páramo de la comunidad de Chimborazo.

CUNTIFICACION DE CARBONO ORGANICO EN BIOMASA DEL PARAMO DE LA COMUNIDAD DE CHIMBORAZO-SAN JUAN																	
P. de Muestreo	Cód.	Biomasa	ABSORBANCIAS DE CONTENIDO DE C. O.												PROMEDIO TOTAL DE ABSORBANCIA	CONCENTACION DE C. O. (ppm)	PROMEDIO DEL % DE CONTENIDO DE C. O.
			CH-M1-S				CH-M2-S				CH-M3-S						
			r1	r2	r3	P1	r1	r2	r3	P2	r1	r2	r3	P3			
CHA	CH-A1	Paja	0.319	0.318	0.318	0.318	0.321	0.321	0.321	0.321	0.322	0.321	0.322	0.322	0.320	238.81	23.9
		Paja Raíz	0.302	0.302	0.302	0.302	0.304	0.303	0.303	0.303	0.306	0.305	0.305	0.305	0.304	226.83	22.7
	CH-A2	Almohadilla	0.345	0.345	0.345	0.345	0.345	0.346	0.346	0.346	0.347	0.346	0.347	0.347	0.346	256.98	25.7
		Almohadilla Raíz	0.306	0.304	0.305	0.305	0.306	0.305	0.306	0.306	0.308	0.309	0.308	0.308	0.306	228.81	22.9
	CH-A3																
	CH-A4	Paja	0.351	0.351	0.350	0.351	0.356	0.356	0.356	0.356	0.352	0.352	0.352	0.352	0.353	262.06	26.2
		Paja Raíz	0.332	0.332	0.331	0.332	0.336	0.336	0.335	0.336	0.334	0.334	0.335	0.334	0.334	248.49	24.8
	CH-A5	Paja	0.321	0.320	0.320	0.320	0.319	0.319	0.319	0.319	0.322	0.322	0.323	0.322	0.321	238.97	23.9
		Paja Raíz	0.298	0.299	0.298	0.298	0.300	0.300	0.301	0.300	0.299	0.300	0.299	0.299	0.299	223.81	22.4
	CH-B	CH-B1	Paja	0.324	0.325	0.325	0.325	0.327	0.327	0.326	0.327	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	242.46
Paja Raíz			0.309	0.310	0.309	0.309	0.311	0.311	0.311	0.311	0.312	0.311	0.311	0.311	0.311	231.83	23.2
Almohadilla			0.341	0.341	0.340	0.341	0.339	0.339	0.340	0.339	0.342	0.342	0.343	0.342	0.341	253.41	25.3
Almohadilla Raíz			0.329	0.329	0.328	0.329	0.327	0.326	0.327	0.327	0.330	0.329	0.329	0.329	0.328	244.44	24.4
CH-C	CH-C1	Paja	0.355	0.355	0.356	0.355	0.358	0.358	0.357	0.358	0.356	0.355	0.355	0.355	0.356	264.37	26.4
		Paja Raíz	0.340	0.339	0.340	0.340	0.338	0.338	0.337	0.338	0.337	0.337	0.338	0.337	0.338	251.59	25.2
	CH-C2																
	CH-C3	Paja	0.365	0.365	0.365	0.365	0.363	0.362	0.362	0.362	0.365	0.364	0.364	0.364	0.364	269.92	27.0
		Paja Raíz	0.350	0.349	0.351	0.350	0.346	0.347	0.347	0.347	0.348	0.347	0.347	0.347	0.348	258.57	25.9
		Almohadilla	0.401	0.402	0.401	0.401	0.403	0.402	0.402	0.402	0.403	0.402	0.402	0.402	0.402	297.14	29.7
	Almohadilla Raíz	0.383	0.384	0.383	0.383	0.385	0.384	0.385	0.385	0.386	0.384	0.385	0.385	0.384	284.52	28.5	

Fuente: Investigadores., 2011

ANEXO 7. Resultados de los análisis del contenido de Carbono Orgánico en la Biomasa del Páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.

CUNTIIFICACION DE CARBONO ORGANICO EN BIOMASA DEL PARAMO DE LA COMUNIDAD DE SHOBOL LIN LLIN-SAN JUAN																	
P. de Muestreo	Cód.	Biomasa	ABSORBANCIAS DE CONTENIDO DE C. O.												PROMEDIO TOTAL DE ABSORBANCIA	CONCENTRACION DE C. O. (ppm)	PROMEDIO DEL % DE CONTENIDO DE C. O.
			CH-M1-S				CH-M2-S				CH-M3-S						
			r1	r2	r3	P1	r1	r2	r3	P2	r1	r2	r3	P3			
SH-A	SH-A1																
	SH-A2	Paja	0.326	0.326	0.326	0.326	0.323	0.323	0.323	0.323	0.325	0.326	0.325	0.325	0.325	241.98	24.2
		Paja Raíz	0.306	0.304	0.305	0.305	0.306	0.305	0.306	0.306	0.308	0.309	0.308	0.308	0.306	228.81	22.9
		Almohadilla	0.368	0.369	0.369	0.369	0.370	0.370	0.370	0.370	0.371	0.371	0.372	0.371	0.370	274.29	27.4
	Almohadilla Raíz	0.332	0.332	0.331	0.332	0.336	0.336	0.335	0.336	0.334	0.334	0.335	0.334	0.334	248.49	24.8	
	SH-A3																
SH-B	SH-B1	Paja	0.333	0.332	0.333	0.333	0.334	0.334	0.335	0.334	0.336	0.336	0.337	0.336	0.334	248.89	24.9
		Paja Raíz	0.309	0.310	0.309	0.309	0.311	0.311	0.311	0.311	0.312	0.311	0.311	0.311	0.311	231.83	23.2
		Almohadilla	0.376	0.377	0.377	0.377	0.377	0.378	0.378	0.378	0.378	0.379	0.378	0.378	0.378	279.68	28.0
		Almohadilla Raíz	0.341	0.341	0.340	0.341	0.339	0.339	0.340	0.339	0.342	0.342	0.343	0.342	0.341	253.41	25.3
	SH-B2	Paja	0.340	0.339	0.339	0.339	0.336	0.337	0.337	0.337	0.337	0.338	0.338	0.338	0.338	251.35	25.1
		Paja Raíz	0.316	0.317	0.316	0.316	0.318	0.317	0.317	0.317	0.318	0.318	0.318	0.318	0.317	236.59	23.7
	SH-B3	Paja	0.328	0.329	0.328	0.328	0.330	0.330	0.331	0.330	0.330	0.332	0.332	0.331	0.330	245.71	24.6
		Paja Raíz	0.315	0.314	0.314	0.314	0.316	0.315	0.315	0.315	0.317	0.317	0.317	0.317	0.316	235.40	23.5
		Almohadilla	0.336	0.337	0.337	0.337	0.336	0.335	0.335	0.335	0.337	0.337	0.336	0.337	0.336	250.16	25.0
		Almohadilla Raíz	0.322	0.322	0.321	0.322	0.319	0.318	0.318	0.318	0.321	0.320	0.321	0.321	0.320	238.73	23.9
	SH-B4	Paja	0.405	0.406	0.406	0.406	0.408	0.408	0.407	0.408	0.409	0.409	0.408	0.409	0.407	300.95	30.1
		Paja Raíz	0.398	0.399	0.399	0.399	0.397	0.396	0.396	0.396	0.397	0.397	0.397	0.397	0.397	293.81	29.4
	SH-C	SH-C1															
		SH-C2	Paja	0.389	0.390	0.389	0.389	0.387	0.386	0.387	0.387	0.391	0.392	0.392	0.392	0.389	288.02
Paja Raíz			0.367	0.366	0.367	0.367	0.368	0.367	0.368	0.368	0.370	0.371	0.370	0.370	0.368	273.02	27.3

Fuente: Investigadores., 2011

ANEXO 8. Etiqueta de identificación para muestras de suelo.

ESPOCH	
Ecosistema páramo, muestreo de materia orgánica.	
Lote: _____	Número de muestra: _____
Comunidad: _____	
Ubicación geográfica:	
X: _____	Y: _____
Altitud: _____	
Uso del suelo: _____	
Tipo de páramo: _____	
Profundidad del suelo: _____ cm.	
Nombre común (planta): _____	
Respaldo fotográfico N.-: _____	
Fecha: _____	Responsable: _____

Fuente: Investigadores., 2011

ANEXO 9: Modelo de Etiquetas para identificación de plantas

Número	
Fecha	
Lugar	
Nombre Común	
Nombre Científico	
Observaciones	
Nombre del recolector	

ANEXO 10. Determinación de los puntos monitoreo en la Comunidad

Chimborazo-San Juan.

CANTÓN	PARROQUIA	COMUNIDAD			COORDENADAS		ALTITUD
		NOMBRE	Código de los puntos	Código de sub puntos			
					X	Y	(msnm)
Riobamba	San Juan	Chimborazo	CH-A	CH-A1	742546	9824860	3650
					742548	9824875	3654
					742546	9824903	3690
				CH-A2	742536	9824904	3702
					742536	9824881	3704
				CH-A3	742523	9824872	3703
					742500	9824900	3705
					742514	9824883	3708
				CH-A4	742441	9824841	3761
					742462	9824820	3758
					742459	9824793	3740
				CH-A5	742495	9824938	3734
					742425	9824824	3729
					742428	9824970	3738
				CH-B1	742428	9824925	3752
		742430	9824859		3761		
		742726	9824836		3712		
		Chimborazo	CH-B	CH-B1	742721	9824847	3709
					742690	9824832	3703
					742841	9824732	3781
		Chimborazo	CH-C	CH-C1	742824	9824752	3775
742835	9824784				3776		
742810	9824727				3776		
CH-C2	742821			9824708	3776		
	742841			9824712	3779		
	742862			9824744	3780		
CH-C3	742890			9824702	3803		
	742953			9824629	3846		
	743032			9824566	3900		

ANEXO 11. Determinación de los puntos monitoreo en la Comunidad de Shobol Lin Ilin -San Juan.

CANTÓN	PARROQUIA	COMUNIDAD			COORDENADAS		ALTITUD
		NOMBRE	Código de los puntos	Código de sub puntos	X	Y	
							NOMBRE
Riobamba	San Juan	Shobol Lin Ilin	SH-A	SH-A1	744114	9823028	3674
					744126	9823032	3636
					744138	9823045	3659
				SH-A2	744174	9823048	3652
					744161	9823998	3659
					744129	9823016	3664
				SH-A3	744128	9823058	3655
					744120	9823046	3659
					744116	9823047	3662
		Shobol Lin Ilin	SH-B	SH-B1	743719	9822677	3780
					743736	9822718	3765
					743772	9822649	3756
				SH-B2	743626	9822654	3803
					743615	9822713	3811
					743608	9822663	3816
				SH-B3	743550	9822546	3870
					743568	9822610	3849
		743572	9822666		3838		
		SH-B4	743567	9822718	3811		
			743528	9822532	3884		
			743497	9822573	3898		
Shobol Lin Ilin	SH-C	SH-C1	743444	9822622	3918		
			743376	9822616	3942		
			743542	9822919	3817		
		SH-C2	743520	9822924	3820		
			743522	9822912	3819		
			743575	9822889	3807		
743530	9822911	3808					
743613	9822910	3828					
743536	9822978	3852					

ANEXO 12. Inventario de plantas encontradas en el páramo de la comunidad de Chimborazo.

FOTO	Nombre Científico
	<i>Monticalia arbutifolia</i>
	<i>Gentianella cerastioides</i>
	<i>Leptodontium</i>
	<i>Lachemilla orbiculata</i>
	<i>Plantago tubulosa</i>
	<i>Calamagrotis intermedia</i>

FOTO	Nombre Científico
	<i>Huperzia crassa</i>
	<i>Gynoxys buxifolia</i>
	<i>Stipaichu</i>
	<i>Plantago tubulosa</i>
	<i>Geranium ecuadorensis</i>
	<i>Hypochaeriss essiliflora</i>

ANEXO 13. Inventario de plantas encontradas en el páramo de la comunidad de Shobol Llin Ilin.

FOTO	Nombre Científico
	<p><i>Lachemilla orbiculata</i></p>
	<p><i>Trifolium pratense</i></p>
	<p><i>Elymus cordilleranus</i></p>
	<p><i>Genista monspessulana</i></p>
	<p><i>Avena sativa</i></p>
	<p><i>Medicago sativa</i></p>

FOTO	Nombre Científico
	<i>Solanum tuberosum</i>
	<i>Huperzia crassa</i>

ANEXO 14. Realización de ensayo de infiltración del suelo



ANEXO 15: Colocación de pluviómetros



ANEXO 16. Toma de meustras de suelo.



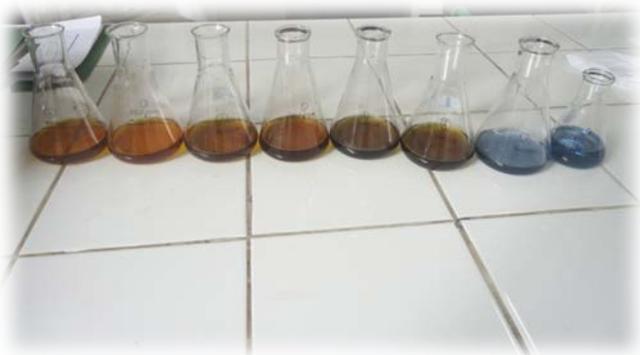
Anexo 17. Preparación de la muestras de Suelo para el análisis de Carbono Orgánico.



**Anexo 18. Preparación de la muestras de Biomasa para el análisis de
Carbono Orgánico.**



ANEXO 19. Preparación de la Curva de Calibración.



ANEXO 20. Determinación de parámetros físico-químicos.



**ANEXO 21. Método de determinación de Carbono Orgánico por el método
Colorimétrico.**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD PARA LA DETERMINACIÓN
DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS**

**QUALITY PARAMETERS EVALUATION FOR ORGANIC CARBON
DETERMINING IN SOILS**

*Johnbryner García Galvis**, *María Inés Ballesteros González***

Recibido: 16/06/05 – Aceptado: 12/12/05

RESUMEN

En el estudio de la cuantificación de carbono orgánico en suelos por el método Walkley-Black se compararon dos técnicas de análisis (colorimetría y volumetría) con el fin de evaluar los parámetros de calidad y así indicar la técnica más conveniente para implementarla en el análisis de suelos. Se determinó un intervalo lineal de 5 a 50 mg/mL de sacarosa a una longitud de onda de máxima absorción de 585 nm del ácido crómico reducido. Al comparar los dos métodos de cuantificación se encontraron evidencias de errores sistemáticos en el método volumétrico para los niveles evaluados (alto, medio y bajo) de concentración de sacarosa, mientras que por el método colorimétrico la cuantificación fue más exacta y además los valores de desviación estándar y coeficientes de variación fueron menores, parámetros que lo catalogan como el método más preciso.

Además, para tener un mayor soporte analítico se implementaron las metodologías en diferentes tipos de suelos; los resultados indicaron que el método colorimétrico para la determinación de carbono orgánico en suelos presentó menores costos y número de reactivos por análisis, y a su vez fue el que ofreció la mejor repetibilidad.

Palabras clave: carbono orgánico, método Walkley-Black, suelos, parámetros de calidad.

ABSTRACT

The organic carbon quantification in soils by the Walkley-Black method was studied using two analytical techniques (colorimetry and volumetry) to evaluate quality parameters of each one and point out the most convenient technique to be implemented in soil analysis. It was determined a linear interval, for sucrose, from 5 to 50 mg/mL with a maximum absorption wave length of 585 nm for reduced

* Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Correo electrónico: johnbryner@yahoo.com

** Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
Correo electrónico: miballesteros@unal.edu.co

chromic acid. The comparison of the two quantifying methods showed systematic errors in the evaluated sucrose concentration levels (high, medium and low) for the volumetric method, whereas for the colorimetric method the quantification was more accurate and the standard deviation values and variation coefficients were lower, which indicates that the last one is the most precise method.

Moreover, the two methodologies were implemented with different soils and these results indicated that colorimetric method was less expensive and showed more repetibility in organic carbon quantification.

Key words: organic carbon, Walkley-Black method, soils, quality parameters.

INTRODUCCIÓN

La determinación de carbono orgánico ha recibido considerable atención en el análisis de suelos a consecuencia de su importancia en la fertilidad (1). El significado particular que tiene la materia orgánica (MO) del suelo con respecto a la fertilidad radica en que ésta influye sobre diversas propiedades del suelo, y además desempeña un papel primordial ya que es fuente de elementos nutritivos utilizados por la planta, como nitrógeno, fósforo y azufre, así como otros micronutrientes (2, 3).

Dada la importancia de confirmar que las metodologías usadas en dichos análisis rutinarios pueden aplicarse adecuadamente, se hace necesario garantizar la confiabilidad de las medidas para así asegurar que los datos obtenidos sean de alta calidad y por tanto el resultado de em-

plear metodologías analíticas seguras, reproducibles, fidedignas y adecuadas para la finalidad a la cual se han destinado, es decir, satisfacer las necesidades y expectativas de los agricultores (4, 5).

Existen varios procedimientos para la determinación del carbono orgánico (6, 7); dos técnicas muy utilizadas son la espectrofotometría y la volumetría, en las cuales la muestra de suelo se trata con un volumen suficiente de una solución de dicromato de potasio que actúa como agente oxidante en un medio fuertemente ácido, en una proporción determinada. Por tanto, en este trabajo se evaluaron algunos de los parámetros de calidad de las dos metodologías analíticas más frecuentemente utilizadas para la determinación de carbono orgánico; se establecieron así las características para la aplicación de las técnicas, así como sus limitaciones en la cuantificación y los posibles factores que afectan la medición.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelos

Se evaluaron tres tipos de suelos, con contenidos altos, medios y bajos de materia orgánica. Las muestras procedían de Mondoñedo (Cundinamarca), Rosario (Antioquia) y Villa de Leyva (Boyacá).

Método Walkley-Black

La determinación de carbono orgánico se hizo por el método Walkley-Black, en el cual el suelo se oxida con una solución de dicromato de potasio estandarizada, utilizando el calor producido por la dilución de ácido sulfúrico concentrado, en la solución crómica. La determinación se rea-

lizó valorando por retroceso la cantidad de dicromato que no ha sido reducido por la MO, con una solución de sulfato ferroso, utilizando como indicador difenilamina, y también se determinó por colorimetría, cuantificando el color verde del ácido crómico reducido a $\lambda_{\text{max}} = 585$ nm, el cual es proporcional a la materia orgánica que reacciona. Además, se realizó la respectiva curva de calibración con patrones de sacarosa R.A.

Técnica volumétrica

Se pesaron 0,30 g de muestra tamizada de suelo (2 mm) y se colocaron en un erlenmeyer de 250 mL, se agregaron 10 mL de solución de dicromato de potasio 0,17 M y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y se agitó vigorosamente durante un minuto. Se dejó reposar durante 30 minutos. Una vez frío, se diluyó con agua destilada hasta completar un volumen de 100 mL y se adicionaron 5 mL de ácido fosfórico concentrado. Se dejó reposar durante 10 minutos, se agregaron de 20 a 30 gotas de difenilamina al 0,5% y se valoró el exceso de dicromato con una solución de sulfato ferroso 1 M, teniendo en cuenta el paso de un color púrpura oscuro a un verde brillante, llevando un blanco para cada serie de muestras.

Técnica colorimétrica

En un erlenmeyer se colocaron 0,30 g de suelo seco pasado por un tamiz de 2 mm; se agregaron 10 mL de dicromato de potasio 0,17 M y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, agitando vigorosamente durante un minuto. Se dejó en reposo hasta alcanzar temperatura ambiente (aproximadamente 30 min), posteriormente se completó un volumen de 150 mL con agua destilada, y se agitó de nuevo. Se dejó decantar y enfriar durante dos horas y el sobrenadante se transvasó a los tubos de ensayo, se dejó en reposo de un día para otro y se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 585 nm ajustando el equipo con un blanco de reactivos. Se construyó la respectiva curva de calibración a partir de una solución patrón de sacarosa al 5%. Posteriormente, se prepararon las soluciones de trabajo: de la solución patrón se tomaron alícuotas de 5, 10, 15, 20, 25 y 50 mL, se depositaron en balones aforados de 100 mL y se llevaron a volumen. De cada una de las soluciones preparadas se tomaron 2 mL, y se siguió el mismo procedimiento descrito para las muestras de suelo.

madamente 30 min), posteriormente se completó un volumen de 150 mL con agua destilada, y se agitó de nuevo. Se dejó decantar y enfriar durante dos horas y el sobrenadante se transvasó a los tubos de ensayo, se dejó en reposo de un día para otro y se determinó la absorbancia a una longitud de onda de 585 nm ajustando el equipo con un blanco de reactivos. Se construyó la respectiva curva de calibración a partir de una solución patrón de sacarosa al 5%. Posteriormente, se prepararon las soluciones de trabajo: de la solución patrón se tomaron alícuotas de 5, 10, 15, 20, 25 y 50 mL, se depositaron en balones aforados de 100 mL y se llevaron a volumen. De cada una de las soluciones preparadas se tomaron 2 mL, y se siguió el mismo procedimiento descrito para las muestras de suelo.

Reactivos

Dicromato de potasio 0,17 M; ácido sulfúrico R.A.; ácido fosfórico R.A.; difenilamina 0,5%; sulfato ferroso 1 M; sacarosa R.A.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Verificación de los parámetros de las metodologías analíticas para la determinación de carbono orgánico en suelos

Después de realizar un barrido espectral en el espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda-1 UV-Visible entre 450 y 900 nm para el ácido crómico reducido de una solución de sacarosa R.A. de 10 mg/mL, se obtuvo el espectro que se muestra en la

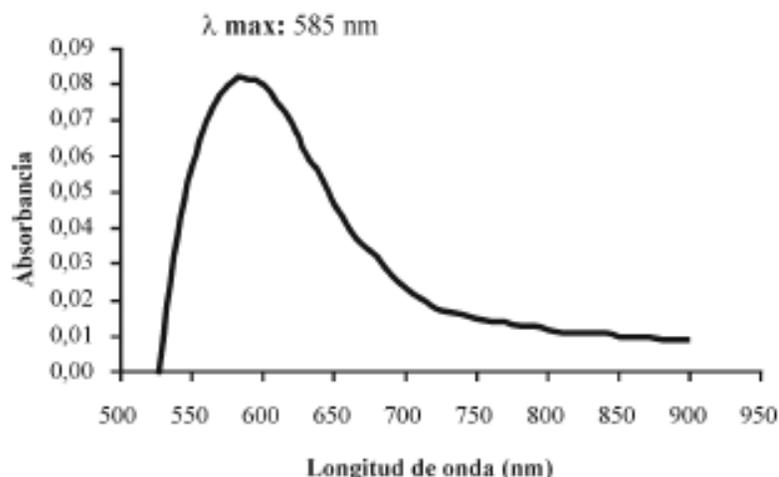


Figura 1. Espectro de absorción del ácido crómico reducido.

Figura 1, donde se presenta una longitud de onda de máxima absorción a 585 nm, valor que coincide con el reportado en la literatura. Una vez evaluada la longitud de máxima absorción, se construyó la curva de Ringbom utilizando soluciones patrón de sacarosa R.A., con concentraciones entre 0 y 100 mg/mL (Figura 2), encontrándose un intervalo lineal entre 5 y 50 mg/mL de sacarosa, el cual se esta-

bleció para la construcción de las respectivas curvas de calibración por el método colorimétrico.

En la evaluación del intervalo de 5 a 50 mg/mL por el método colorimétrico se encontraron muy buenos coeficientes de regresión lineal, superiores a 0,9994. Por otra parte, con el fin de verificar la existencia o no de datos anómalos en la regresión, se analizaron los gráficos de res-

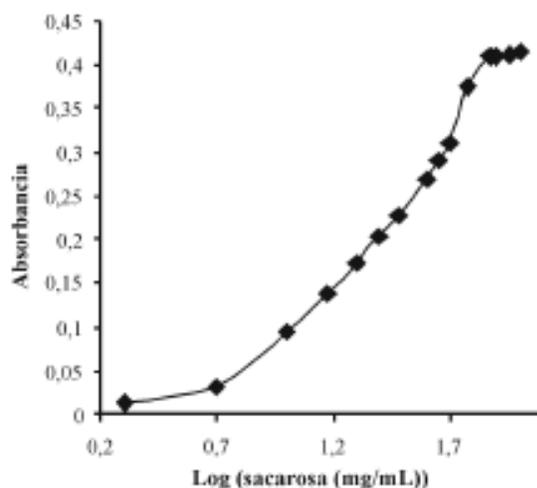


Figura 2. Curva de Ringbom obtenida en la determinación de carbono por el método colorimétrico.

duos en el diagnóstico de la regresión para cada una de las curvas de calibración. En todos se comprobó que hay una distribución satisfactoria de los residuos, como se observa en la Figura 3, en donde los residuos no tienen ninguna tendencia establecida ni ningún dato anómalo; por el contrario, presentan una distribución aleatoria, lo cual indica que los resultados no estuvieron sujetos a errores sistemáticos (8).

Precisión del sistema

Con el fin de evaluar la precisión o, mejor, la repetibilidad instrumental se hizo el análisis de la precisión del sistema para los mismos tres niveles de concentración de sacarosa utilizados para la evaluación de la exactitud; todos los ensayos se realizaron bajo las mismas condiciones, es decir, el mismo experimentador, con los mismos instrumentos, en el mismo laboratorio y durante el mismo día. Para la evaluación de este parámetro se determinaron las desviaciones estándar y los coeficientes de variación (CV) para cada nivel de concentración de sacarosa estudiado; se observó que los coeficientes de variación fueron menores en la técnica colorimétrica comparados con la valoración por retroceso; por tanto, tuvo una mejor repetibilidad instrumental el resultado obtenido por el método colorimétrico, como se observa en la Figura 4.

Precisión del método

Para tener un mejor soporte analítico de las dos técnicas empleadas para la deter-

minación de carbono orgánico en suelos (7, 10, 11), se seleccionaron tres muestras de suelos con diferentes contenidos de materia orgánica, procedentes de Mondoñedo (Cundinamarca), Rosario (Antioquia) y Villa de Leyva (Boyacá); estos suelos se analizaron en cinco ocasiones diferentes bajo las mismas condiciones de análisis, es decir el mismo experimentador, los mismos equipos y el mismo día.

Se observó que, al comparar ambas técnicas, en todas las muestras de suelos es mayor el porcentaje de carbono orgánico determinado por colorimetría que por volumetría (Tabla 2), lo cual indica que la valoración por volumetría está sujeta a errores sistemáticos que no permiten cuantificar tan eficientemente la cantidad de materia orgánica en el suelo.

En la Figura 5 se nota que, al implementar las dos metodologías, por el método colorimétrico en todos los suelos se obtienen porcentajes de coeficientes de variación mucho menores que los obtenidos en la valoración por volumetría. En esta última técnica el intervalo de los coe-

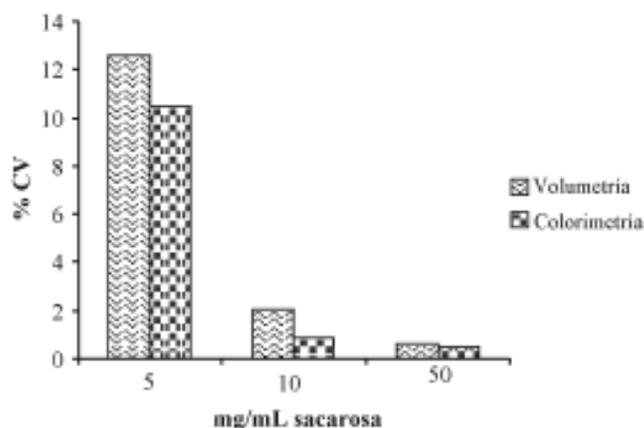


Figura 4. Coeficientes de variación de los métodos volumétrico y colorimétrico para cada uno de los niveles de concentración de sacarosa.

Tabla 2. Resultados de porcentaje de carbono orgánico promedio y coeficiente de variación encontrados en los diferentes tipos de suelos utilizados para la implementación

Suelo	Método volumétrico		Método colorimétrico	
	% CO	% CV	% CO	% CV
Mondoñedo	1,32	5,83	1,88	2,16
Rosario	3,28	3,78	3,42	1,82
Villa de Leyva	9,28	2,64	9,34	1,19

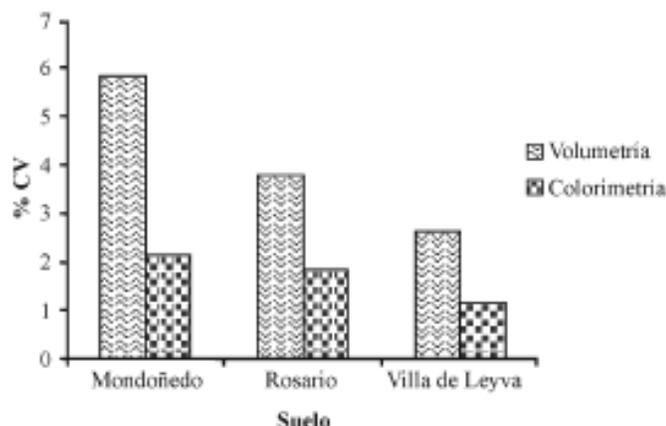
ficientes de variación estuvo entre 2,64 % y 5,83 %, mientras que por colorimetría fue mucho menor: entre 1,19 % y 2,16 %.

Evaluación aproximada del costo y tiempo de análisis

Para completar la evaluación de los criterios de calidad se determinó el costo aproximado de reactivos por análisis y del tiempo de análisis (4). Al analizar el costo aproximado de reactivos por muestra de suelo en pesos colombianos, es evidente (Tablas 3 y 4) que los costos son mayores en la valoración por volumetría debido al mayor gasto y mayor número de reactivos utilizados en la determinación. Los costos por análisis, los cuales incluyeron los

reactivos utilizados para la corrección por el blanco de reactivos, fueron 2,4 veces mayores en la valoración por volumetría que por colorimetría.

Se debe aclarar que por volumetría el resultado del análisis se obtiene el mismo día, mientras que por colorimetría se obtiene de un día para otro, debido al tiempo que la solución debe dejarse en reposo para que sedimenten las partículas presentes de suelo y así no haya interferencia en la solución al momento de realizar la medición. Además de que la técnica colorimétrica tiene un menor costo de reactivos por análisis de muestra, también esta técnica presentó la mejor repetibilidad de análisis.

**Figura 5.** Coeficientes de variación del método volumétrico y colorimétrico en la cuantificación de carbono orgánico en los diferentes suelos utilizados.

ANEXO 22. Resultados de Nitrógeno Total y Textura del Suelo.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE SUELOS



Nombre del remitente: PATRICIO INGA

Fecha de ingreso: 12/12/2011

Fecha de salida: 03/01/2012

Ubicación: SAN JUAN
Parroquia

RIOBAMBA
Cantón

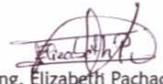
CHIMBORAZO
Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO DE SUELOS

Identificación	Nitrógeno total	Textura
C.A	0.574	Franco Arenosa
C.B	0.575	Franco Arenosa
C.C	0.573	Franco Arenosa
C.D	0.576	Franco Arenosa
C.E	0.578	Franco Arenosa
S.F	0.626	Franco Arenosa
S.G	0.631	Franco Arenosa
S.H	0.628	Franco Arenosa
S.I	0.623	Franco Arenosa
S.J	0.628	Franco Arenosa
S.K	0.651	Franco Arenosa
S.L	0.651	Franco Arenosa


Ing. Mario E. Oñate A.
DIRECTOR DPTO DE SUELOS

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 ½, Facultad de Recursos Naturales,
Tífono 2998220 Extensión 418


Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

ANEXO 23. Resultados Microbiológicos del Suelo.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA
RIOBAMBA – ECUADOR
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ / Telefax 032605910



DATOS INFORMATIVOS

SOLICITANTE: Cristian Cunalata
MUESTRA: suelo
LOCALIDAD: Shobol Chimborazo
FECHA DE INGRESO: 20 de Octubre del 2011
FECHA DE ENTREGA: 16 de Noviembre del 2011

METODOLOGIA

Aislamiento e identificación de microorganismos del suelo.

El análisis se realizó con la técnica de diluciones sucesivas y empleando medios de cultivo selectivos, para lo cual:

- Una porción de suelo de cada muestra se secó a temperatura ambiente, y tamizó.
- Se pesó 10 g de suelo y se los colocó en un erlenmeyer con 90 ml de agua destilada estéril (solución madre).
- Se procedió a agitar esta suspensión terrosa por 20 minutos y luego se dejó reposar por 5 minutos.
- Se tomó 1 ml de la solución madre y se transfirió a un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada estéril para obtener la dilución 10^{-2} , proceso similar se realizó hasta obtener un sistema de diluciones hasta un factor de 10^{-6} .
- Utilizando la cámara de aislamiento, se prepararon las cajas petri, con medio papa dextrosa Agar (medios enriquecidos con antibióticos para inhibir bacterias en el aislamiento de hongos, mientras que para el aislamiento de bacterias se enriqueció el medio con un fungicida) se dejó solidificar el medio y se colocó 0,1 ml de la suspensión terrosa, repartiendo de modo uniforme la gota por el método de extensión en placa.
- Los platos petri así inoculados con cada una de las diluciones fueron incubadas en la estufa, a $27 \pm 1^\circ\text{C}$ y bajo oscuridad, por cinco días. Luego de este período se dejaron a la luz por dos días.
- Al séptimo día se constató las colonias de microorganismos presentes.
- Se realizó la identificación de cada uno de los microorganismos aislados mediante la utilización del microscopio y uso de las claves correspondientes.

RESULTADOS:

Muestra 1 Código A

Uso del suelo: Páramo Mixto

Altitud: 3700

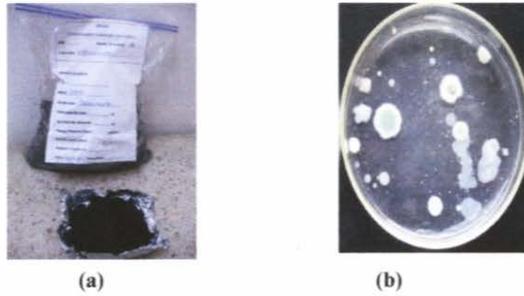


Figura1.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos aislados

BACTERIAS 2.2×10^4 ufc/g de suelo
HONGOS

<i>Penicillium sp.</i>	1.0×10^5	upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	1.0×10^5	upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^3	upc/g de suelo

Ufc: unidad formadora de colonia
Upc: unidad propagadora de colonia

Muestra 2 Código B

Uso del Suelo: Intervenido

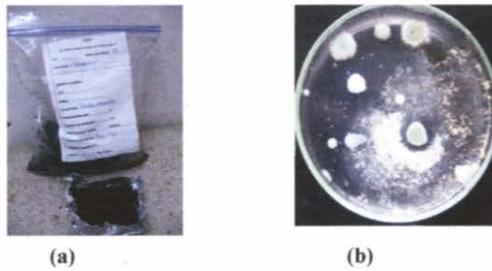


Figura2.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos aislados

BACTERIAS 4×10^5 ufc/g de suelo
HONGOS

<i>Penicillium sp.</i>	1.0×10^4	upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	1.0×10^5	upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^5	upc/g de suelo

Muestra 3 Código C
Uso del suelo: Pastoreo
Altitud: 3720

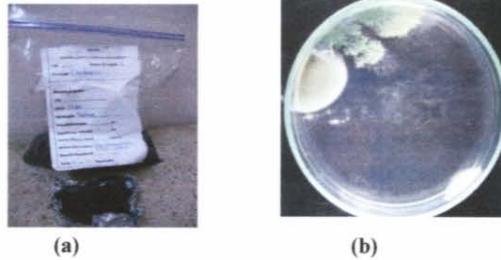


Figura3.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos aislados

BACTERIAS	6×10^5 ufc/g de suelo
HONGOS	
<i>Penicillium sp.</i>	3.0×10^3 upc/g de suelo
<i>Rhizoctonia sp.</i>	1.0×10^3 upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^4 upc/g de suelo

Muestra 4 Código D
Uso del suelo: Páramo Intervenido
Altitud: 3720

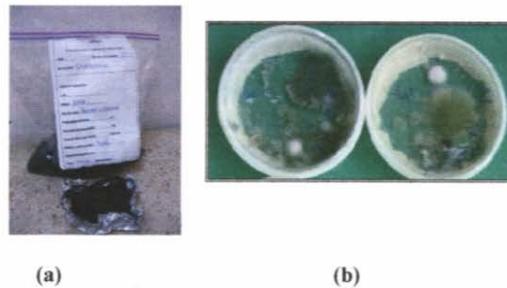


Figura4.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos aislados

BACTERIAS	4×10^6 ufc/g de suelo
HONGOS	
<i>Penicillium sp.</i>	1.0×10^5 upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	1.0×10^4 upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^3 upc/g de suelo
<i>Fusarium sp.</i>	1.0×10^3 upc/g de suelo

Muestra 5 Código E
Uso del suelo: Páramo Mixto
Altitud: 3800



(a)



(b)

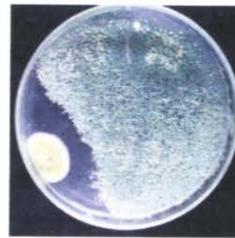
Figura5.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos aislados

BACTERIAS	1.1×10^5 ufc/g de suelo
HONGOS	
<i>Penicillium sp.</i>	1.0×10^3 upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	1.0×10^3 upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^3 upc/g de suelo

Muestra 6.- Código F
Uso del suelo: Páramo
Altitud: 3659 - 3662



(a)



(b)

Figura6.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos aislados

BACTERIAS	4.5×10^6 ufc/g de suelo
HONGOS	
<i>Aspergillus sp.</i>	1.0×10^5 upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^5 upc/g de suelo

Muestra 7.- Código G
Uso del suelo: Páramo
Altitud: 3659 - 3662

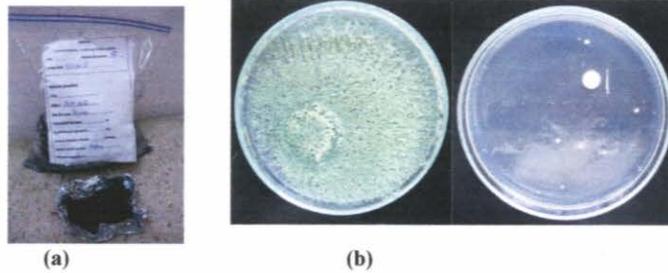


Figura7.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos aislados

BACTERIAS 3.2×10^5 ufc/g de suelo
HONGOS

<i>Penicillium sp.</i>	1.0×10^4	upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	3.2×10^5	upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^3	upc/g de suelo

Muestra 8.- Código H
Uso del suelo: Páramo
Altitud: 3804 - 3802

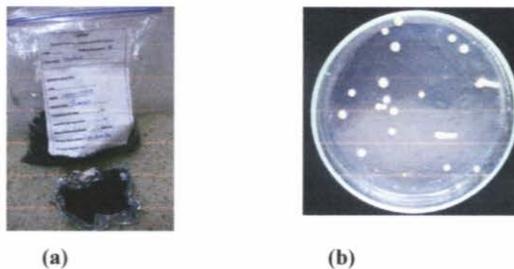


Figura8.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos

BACTERIAS 6.0×10^5 ufc/g de suelo
HONGOS

<i>Aspergillus sp.</i>	5.0×10^4	upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^4	upc/g de suelo

Muestra 9.- Código I
Uso del suelo: Páramo Intervenido
Altitud: 3843 - 3860

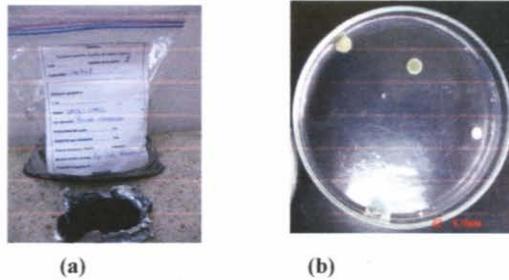


Figura9.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos

BACTERIAS	1.0 X 10⁵ ufc/g de suelo
HONGOS	
<i>Penicillium sp.</i>	1.0 X 10 ⁴ upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	6.0 X 10 ³ upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0 X 10 ³ upc/g de suelo
<i>Fusarium sp.</i>	1.0 X 10 ⁵ upc/g de suelo
<i>Cilindrocladium sp</i>	1.0 X 10 ⁵ upc/g de suelo

Muestra 10.- Código J
Uso del suelo: Páramo Parte Alta
Altitud: 3915

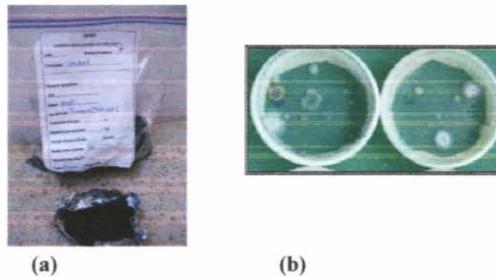


Figura10.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos

BACTERIAS	1.4 X 10⁵ ufc/g de suelo
HONGOS	
<i>Penicillium sp.</i>	4.0 X 10 ⁴ upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	2.8 X 10 ³ upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0 X 10 ⁴ upc/g de suelo
<i>Cilindrocladium sp</i>	1.0 X 10 ⁵ upc/g de suelo

Muestra 11.- Código K
Uso del suelo: Páramo Intervenido
Altitud: 3827-3825



(a)



(b)

Figura 11.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos
 2.2×10^5 ufc/g de suelo

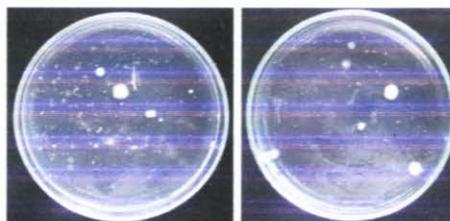
BACTERIAS
HONGOS

<i>Penicillium sp.</i>	1.0×10^4	upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	1.0×10^5	upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^5	upc/g de suelo

Muestra 12.- Código L
Uso del suelo: Páramo Mixto
Altitud: 3900-3851



(a)



(b)

Figura 12.- (a) Muestra de Suelo, (b) Microorganismos

BACTERIAS
HONGOS

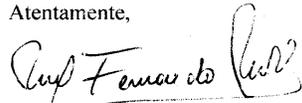
2.0×10^6 ufc/g de suelo

<i>Penicillium sp.</i>	1.0×10^3	upc/g de suelo
<i>Aspergillus sp.</i>	2.0×10^3	upc/g de suelo
<i>Trichoderma sp.</i>	1.0×10^4	upc/g de suelo
<i>Cilindrocladium sp.</i>	1.5×10^4	upc/g de suelo

CONCLUSIONES:

- No se realizó identificación por géneros de bacterias por lo tanto no se puede determinar si dichos microorganismos sean patógenos o benéficos.
- Los géneros de hongos aislados son propios de suelos de páramos.
- La presencia de *Penicillium* y *Aspergillus*, demuestra la ubicuidad y la capacidad de crecer a diferentes temperaturas sobre sustratos con diversos contenidos de humedad, muy probablemente por la capacidad que tienen para producir una amplia gama de antibióticos y micotoxinas que los protegen de otros organismos del suelo dificultando el crecimiento de otras especies fúngicas, así como también el extenso sistema enzimático que poseen.
- *Cilindrocladium sp.* es un hongo habitante natural de los suelos que puede provocar enfermedades cuyos síntomas son: manchas de color café oscuro en las hojas y partes negras en los tallos. Como resultado de la infección, las plantas se deshojan y sobreviene una muerte degenerativa.
- *Aspergillus sp.* es un saprobio cosmopolita que se ha aislado prácticamente de cualquier tipo de sustrato, especialmente del suelo y materiales orgánicos en descomposición.
- *Trichoderma sp.* es un hongo cosmopolita que se encuentra en forma natural en todos los suelos, es un hongo mico-parasítico.
- *Fusarium sp.* es un género de hongos de distribución universal, ubicuos y con gran importancia económica ya que son habituales fitopatógenos. Su amplia distribución se atribuye a su capacidad para crecer en gran número de sustratos y a su eficaz mecanismo de dispersión; el viento y la lluvia juegan un importante papel en su diseminación.

Atentamente,



Ing. Fernando Rivas
ANALISTA FITOPATOLOGO





ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
 Panamericana Sur Km 1 ½ Tel/Fax: 03-29605912
 TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o calidas y en aguas marinas y de estuario. Norma de calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes. Recurso Agua. LIBRO VI ANEXO IX 03-29605912

EXAMEN MICROBIOLOGICO DE AGUA N° 148-11

Solicitado por: Patricio Inga
 Dirección: Cda. MOP Riobamba Teléfono: 081562024
 Tipo de muestra :Agua del Canal Sector Paramo del Chimborazo. San Juan, Riobamba, Chimborazo
 Fecha de la toma:27-10-2011
 Fecha de Recepción: 27-10-2011 Código: 148-11

01 EXAMEN FISICO

Olor:Inodora
 Color:Ligeramente amarillenta
 Aspecto: Transparente

02 DETERMINACIONES	METODO USADO	VALORES DE REFERENCIA*	VALOR ENCONTRADO
NMP Colonias Coliformes totales /100 mL.	Método 9223 Tecnología de Sustrato definido. Colilert . 35°C ± 0.5°C/24h.		148.3
NMP Colonias Coliformes fecales / 100 mL.	Método 9223 Tecnología de Sustrato definido. Colilert . 35°C ± 0.5°C/24h.	200	8.6

03 OBSERVACIONES:

*TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y de estuario. Norma de calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes. Recurso Agua. LIBRO VI ANEXO IX

FECHA DE ANÁLISIS

Inicio Final
 27/10/11 28/10/11


 Maritza Yanez Navarrete
 Técnica de Laboratorio

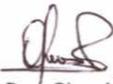
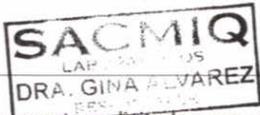


NOTA: El informe afecta solo a la muestra de ensayo
 El informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previa autorización del laboratorio



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260
 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

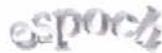
CLIENTE: Sr. Patricio Inga		CODIGO: 440-11
DIRECCION: ESPOCH		TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua de consumo Shobol		
FECHA DE RECEPCIÓN: 2011-11- 09		
FECHA DE MUESTREO: 2011-11-09		
EXAMEN FISICO		
COLOR: incoloro		
OLOR: inodoro		
ASPECTO: Normal		
02 DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Aerobios mesofilos UFC/ml</i>	Vertido en placa	500
<i>Coliformes totales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	30
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	Ausencia
03 OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2011-11-09		
FECHA DE ENTREGA: 2011-11- 14		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa
		

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

ANEXO 25. Resultados Físicoquímico del Agua de las Comunidades

Chimborazo y Shobol Llin Ilin.



LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS

FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS

Solicitado por: Srs. Patricio Inga y Cristian Cunalata

Fecha de análisis: 27 de Octubre de 2011

Fecha de entrega de resultados: 1 de febrero de 2012

Tipo de muestra: Agua superficial Quebrada Saramote

Localidad: Comunidad Chimborazo Parroquia San Juna Cantón Riobamba

Código: LAT/FQ 272-11

DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	72	78	13.26
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	160	39	6.24
pH	pH	0.11	7.90	87	9.57
DBO 5	mg/l	0.11	25	7	0.77
Cambio Temperatura	°C	0.1	0.7	90	9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.09	96	9.6
Nitratos	mg/l	0.1	0.15	97	9.7
Turbidez	NTU	0.08	7.51	81	6.48
Sólidos Totales	mg/l	0.07	188	74	5.18
					69.8

Observaciones: CALIDAD MEDIA

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS

FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS

Solicitado por: Srs. Patricio Inga y Cristian Cunalata

Fecha de análisis: 27 de Octubre de 2011

Fecha de entrega de resultados: 1 de febrero de 2012

Tipo de muestra: Agua superficial Canal de la Loma Putirumi

Localidad: Comunidad Chimborazo Parroquia San Juna Cantón Riobamba

Código: LAT/FQ 271-11

DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxigeno Disuelto	% Saturación	0.17	76	82	13.94
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	8.6	73	11.68
pH	pH	0.11	8.33	72	7.92
DBO 5	mg/l	0.11	21	11	1.21
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.3	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.36	75	7.5
Nitratos	mg/l	0.1	0.235	97	9.7
Turbidez	NTU	0.08	10.75	75	6
Solidos Totales	mg/l	0.07	208	71	4.97

71.72

Observaciones: CALIDAD BUENA

Atentamente,

Dra. Gina Alvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS

Solicitado por: Srs. Cristian Cunalata y Patricio Inga

Fecha de análisis: 9 de noviembre de 2011

Fecha de entrega de resultados: 1 de febrero del 2012

Tipo de muestra: Agua de consumo. Vertientes

Localidad: Comunidad Shobol Llin Llin Parroquia San Juan Cantón Riobamba

Código: LAT/FQ-287-11

Determinaciones	Unidades	*Límites	Resultados
pH	Unid	6.5 - 8.5	7.27
Conductividad	μ Siems/cm	< 1250	163
Turbiedad	UNT	1	3.2
Cloruros	mg/L	250	8.5
Dureza	mg/L	200	72.0
Calcio	mg/L	70	12.8
Magnesio	mg/L	30 - 50	9.7
Alcalinidad	mg/L	250 - 300	90.0
Bicarbonatos	mg/L	250 - 300	91.8
Sulfatos	mg/L	200	4.1
Amonios	mg/L	< 0.50	3.876
Nitritos	mg/L	0.01	0.018
Nitratos	mg/L	< 40	0.700
Hierro	mg/L	0.30	0.025
Fosfatos	mg/L	< 0.30	0.084
Sólidos Totales	mg/L	1000	224.0
Sólidos Disueltos	mg/L	500	101.1

* Valores referenciales para aguas de consumo doméstico

Observaciones: Valores de turbiedad y nitritos fuera de norma.

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

