



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN LA BIOMASA Y
SUELO DEL PÁRAMO DE LA COMUNIDAD PICHÁN CENTRAL -
SAN ISIDRO”**

**TESIS DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

PRESENTADO POR

FRANCISCO CICERÓN HARO ÁVALOS

**RIOBAMBA – ECUADOR
2012**

DEDICATORIA

“Dedico este proyecto a mis padres, por haberme dado la vida, y estar siempre a mi lado pese a los problemas y obstáculos que hemos atravesado, Dios les pague por todas sus oraciones y bendiciones.

En especial a mi madre, que siempre se ha desvelado y sacrificado por verme siempre feliz, como una persona íntegra y de bien. La quiero con todo mi corazón.

A mi hermano José Luis (+), que seguramente desde el cielo estará orgulloso de mí y compartirá mi alegría.

A mis tíos Inés (+) y Dr. César Ávalos Logroño (+), por su ejemplo de bondad, sinceridad y dedicación a los suyos. Nos inculcaron, que la familia siempre va a ser lo más importante y por ello permanecemos y permaneceremos siempre unidos.

A toda mi familia que siempre ha estado presente en los buenos y malos momentos, con risas, con llantos, pero siempre juntos.

A mis amigos, con los que he compartido un largo camino y han estado presentes a lo largo de toda mi vida, han sido como ángeles que siempre de una u otra manera me han ayudado, no solo dentro de las aulas, sino más bien en la escuela de la vida.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias, a la Escuela de Ciencias Químicas, que abren sus puertas y forjan profesionales capaces, competitivos y éticos.

A la Dra. Magdy Echeverría, como directora, por su ayuda, conocimientos y paciencia durante todo el desarrollo de la presente tesis.

A la Dra. Ginita Álvarez, colaboradora, que siempre estuvo presta a contribuir con sus conocimientos y por su gran labor, tanto a nivel de campo, como en el laboratorio, para así, poder culminar con el presente proyecto.

*Al Ing. Pablito Wayllas por su gran aporte y conocimientos.
Al Lic. Fausto Tapia por su ayuda y apoyo incondicional.*

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

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **“DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN LA BIOMASA Y SUELO DEL PÁRAMO DE LA COMUNIDAD PICHÁN CENTRAL – SAN ISIDRO”**, de responsabilidad del señor egresado Francisco Cicerón Haro Ávalos, 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 ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

Dra. MAGDY ECHEVERRÍA _____
DIRECTORA DE TESIS

Dra. GINA ÁLVAREZ _____
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Sr. CARLOS RODRÍGUEZ _____
DIRECTOR DPTO DE DOCUMENTACIÓN

NOTA DE TESIS ESCRITA _____

Yo, Francisco Cicerón Haro Ávalos, 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

FRANCISCO CICERÓN HARO ÁVALOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abs.	Absorbancia
H ₂ O	Agua
1/cp.1	Capítulo 1 Decisión del tratado de Berlín
Ca CO ₃	Carbonato de Calcio
C	Carbono
cm	Centímetro
CESTTA	Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental
CFC's	Clorofluorocarburos
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
K ₂ Cr ₂ O ₇	Dicromato de Potasio
CO ₂	Dióxido de Carbono
EEUU	Estados Unidos de América
H-COH	Formaldehido
FACE	Forests Absorbing Carbon dioxide Emission - bosques absorbiendo emisiones de dióxido de carbono
CH ₄	Gas Metano
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gt	Giga tonelada
C ₆ H ₁₂ O ₆	Glucosa
°C	Grados Celsius o Centígrados
g	Gramo
GTP	Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador
ha.	Hectárea
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
HFC	Hidrofluorocarbonos
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change - Panel Intergubernamental Del Cambio Climático
Cr ⁺³	Ión cromo
kg/litro	Kilogramo por cada litro
km	Kilómetro
km ²	Kilómetro cuadrado
L	Litro
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
msnm	Metros sobre el nivel del mar
µm	Micrómetro
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mol	Molaridad
M	Muestra

N	Normal
#	Número
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
N ₂ O	Óxido nitroso
O ₂	Oxígeno
O ₃	Ozono
ppm	Partes por millón
PFC	Perfluorocarbonos
PM	Peso Molecular
%	Porcentaje
PROFAFOR	Programa FACE de forestación
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Sacarosa
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas

TABLA DE CONTENIDOS

Pp:

CARÁTULA		
DEDICATORIA		
AGRADECIMIENTO		
FIRMAS DE AUTORIZACIÓN		
RESPONSABILIDAD DEL AUTOR		
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....		
ÍNDICE GENERAL.....		
ÍNDICE DE CUADROS.....		
ÍNDICE DE TABLAS.....		
ÍNDICE DE FIGURAS.....		
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....		
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....		
ÍNDICE DE ANEXOS.....		
RESÚMEN.....		i
SUMARY.....		ii
INTRODUCCIÓN.....		iii
ANTECEDENTES.....		iv
JUSTIFICACIÓN.....		v
OBJETIVOS.....		vi
1	MARCO TEÓRICO	
1.1	Páramo.....	1
1.1.1	Condiciones Ambientales.....	2
1.1.1.1	Clima.....	2
1.1.1.1.1	Precipitación.....	2
1.1.1.1.2	Temperatura.....	3
1.1.2	Los suelos de los Páramos del Ecuador.....	4
1.1.2.1	Tipos de suelo de páramo.....	4
1.1.3	Los pisos térmicos en la zona intertropical.....	5
1.1.3.1	Piso macrotérmico o tierra caliente.....	5
1.1.3.2	El piso subtropical.....	6
1.1.3.3	Piso mesotérmico o tierra templada.....	6
1.1.3.4	El piso frío y microtérmico.....	7
1.1.3.5	Piso gélido.....	8
1.1.4	Tipos de Páramo en el Ecuador.....	8
1.1.4.1	Ubicación.....	10
1.1.4.2	Geomorfología (estudio científico de la forma del terreno y de los paisajes).....	14
1.1.4.3	Humedales y corrientes de agua.....	16

1.1.5	El páramo como espacio para la Fijación de Carbono Atmosférico.....	17
1.1.5.1	Líneas de Acción.....	17
1.1.5.2	Control de Emisiones.....	18
1.1.5.3	Fijación de Carbono Atmosférico.....	19
1.1.5.4	Beneficios del suelo en el páramo.....	21
1.1.5.5	El ciclo global del carbono en los ecosistemas de Páramo.....	24
1.1.6	Marco legal. El Estado de Conservación de los Páramos de Pajonal en el Ecuador.....	25
1.2	Cambio Climático.....	25
1.3	Calentamiento Global.....	26
1.3.1	Protocolo de Kioto sobre el cambio climático.....	28
1.3.1.1	Marco Legal. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.....	28
1.3.2	Efecto Invernadero.....	28
1.3.2.1	Gases de efecto invernadero.....	31
1.3.2.2	Formación de los GEI.....	33
1.3.2.3	Dióxido de Carbono.....	34
1.3.2.3.1	Ciclo del Carbono.....	34
1.3.2.3.2	Producción humana de CO ₂	35
1.3.2.3.3	Producción de CO ₂ - Una perspectiva internacional.....	36
1.4	Fotosíntesis.....	37
1.5	Biomasa.....	38
2	PARTE EXPERIMENTAL	
2.1	Área de Estudio.....	40
2.1.1	Límites.....	41
2.1.2	Mapa de la zona de estudio.....	41
2.1.3	Población y Muestra.....	42
2.2	Metodología de Muestreo.....	43
2.2.1	Métodos y Técnicas.....	43
2.2.1.1	Métodos.....	43
2.2.1.1.1	Georeferenciación del páramo de la Comunidad de Pichán Central.....	43
2.2.1.1.2	Determinación de los puntos de muestreo.....	43
2.2.1.1.3	Determinación del número de muestras a tomar.....	44
2.2.1.1.4	Toma de muestras.....	45

		Pp:
2.2.1.1.5	Proceso de muestreo y preparación de la muestra.....	48
2.2.1.1.6	Diseño experimental de resultados.....	50
2.2.1.2	Técnicas.....	50
2.2.1.2.1	Introducción.....	50
2.2.1.2.2	Técnica colorimétrica.....	51
2.2.1.2.2.1	Proceso de determinación de carbono orgánico en el Laboratorio.....	53
2.3	Materiales, reactivos y equipos.....	54
2.3.1	Materiales.....	54
2.3.2	Reactivos.....	54
2.3.3	Equipos.....	54
3	CÁLCULOS Y DISCUSIÓN RESULTADOS	
3.1	Cálculos.....	55
3.1.1	Cálculos para la preparación de las soluciones de Sacarosa.....	55
3.1.2	Cálculos de porcentaje de carbono orgánico.....	56
3.1.2.1	Cálculos del porcentaje de carbono orgánico en la muestra #1.....	56
3.2	Resultados.....	59
3.2.1	Resultados de absorbancia a partir de soluciones de Sacarosa.....	59
3.2.1.1	Absorbancia de las muestras estándar.....	59
3.2.1.2	Gráfica de la curva de calibración de la absorbancia vs porcentaje de carbono.....	60
3.2.2	Resultados de la muestra # 1.....	62
3.2.3	Resultados de la muestra # 2.....	64
3.2.4	Resultados de la muestra # 3.....	67
3.2.5	Resultados de la muestra # 4.....	70
3.2.6	Resultados de la muestra # 5.....	73
3.2.7	Resultados generales de carbono orgánico en los Diferentes pisos altitudinales.....	77
3.3	Análisis y discusión de resultados.....	79
3.3.1	Muestra # 1.....	79
3.3.1.1	Paja y Paja Raíz.....	79
3.3.1.2	Almohadilla y Almohadilla Raíz.....	79
3.3.1.3	Suelo 1 y 2.....	80
3.3.2	Muestra # 2.....	80
3.3.2.1	Paja y Paja Raíz.....	80
3.3.2.2	Almohadilla y Almohadilla Raíz.....	80
3.3.2.3	Suelo 1 y 2.....	81
3.3.3	Muestra # 3.....	81

		Pp:
3.3.3.1	Paja y Paja Raíz.....	81
3.3.3.2	Almohadilla y Almohadilla Raíz.....	81
3.3.3.3	Suelo 1 y 2.....	82
3.3.4	Muestra # 4.....	82
3.3.4.1	Paja y Paja Raíz.....	82
3.3.4.2	Almohadilla y Almohadilla Raíz.....	82
3.3.4.3	Suelo 1 y 2.....	83
3.3.5	Muestra # 5.....	83
3.3.5.1	Paja y Paja Raíz.....	83
3.3.5.2	Almohadilla y Almohadilla Raíz.....	83
3.3.5.3	Suelo 1 y 2.....	84
3.3.6	Análisis y discusión de resultados generales de paja en los diferentes pisos altitudinales.....	84
3.3.6.1	Paja y Paja Raíz.....	84
3.3.6.2	Almohadilla y almohadilla Raíz.....	84
3.3.6.3	Suelo 1 y 2.....	85
3.3.7	Análisis y discusión de resultados generales de porcentajes de Carbono Orgánico en Biomasa y Suelo en los pisos altitudinales.....	85
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1	Conclusiones.....	86
4.2	Recomendaciones.....	88
	Bibliografía.....	89
	ANEXOS.....	93

Pp:

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Cronograma de trabajo.....	40
CUADRO No. 2	Cuadro de resultados de absorbancias.....	50
CUADRO No. 3	Materiales.....	54
CUADRO No. 4	Reactivos.....	54
CUADRO No. 5	Equipos.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	División climático altitudinal del Ecuador.....	8
TABLA No. 2	Tipos de páramo y superficie del total de páramos existentes en el Ecuador.....	9
TABLA No. 3	Distribución provincial del páramo en el Ecuador, extensiones y representatividad hacia el total Nacional de páramos.....	10
TABLA No. 4	Distribución por provincia de los tipos de páramo existentes en el Ecuador.....	11
TABLA No. 5	Reservas estimadas de carbono en el páramo vs otros ecosistemas tropicales.....	23
TABLA No. 6	Fenómenos naturales y actividades antropogénicas que dan origen a estos gases, su concentración y tasa de crecimiento anual en la atmósfera.....	32
TABLA No. 7	Muestreo de Biomasa.....	47
TABLA No. 8	Muestreo de Suelo.....	47
TABLA No. 9	Peso de la sacarosa encontrada para ser utilizado por un factor de dilución para encontrar solamente el contenido de carbono.....	55
TABLA No. 10	Resultados en los diferentes pisos altitudinales.....	59
TABLA No. 11	Resultados de la absorbancia.....	59
TABLA No. 12	Promedios de absorbancias de la muestra # 1.....	62
TABLA No. 13	Porcentaje de Carbono en la muestra # 1.....	62
TABLA No. 14	Promedios de absorbancias de la muestra # 2.....	65
TABLA No. 15	Porcentaje de Carbono en la muestra # 2.....	65
TABLA No. 16	Promedios de absorbancias de la muestra # 3.....	68
TABLA No. 17	Porcentaje de Carbono en la muestra # 3.....	68
TABLA No. 18	Promedios de absorbancias de la muestra # 4.....	71
TABLA No. 19	Porcentaje de Carbono en la muestra # 4.....	71
TABLA No. 20	Promedios de absorbancias de la muestra # 5.....	74
TABLA No. 21	Porcentaje de Carbono en la muestra # 5.....	74
TABLA No. 22	Resultados generales de Carbono en los diferentes pisos altitudinales.....	77
TABLA No. 23	Promedios generales de Carbono orgánico.....	77
TABLA No. 24	Variación del porcentaje de Carbono en cada piso altitudinal.....	78
TABLA No. 25	Otros parámetros medidos en la Comunidad de Pichán Central-San Isidro.....	78

Pp:

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No. 1	Efecto Invernadero.....	30
FIGURA No. 2	Producción de CO ₂ por sector.....	36
FIGURA No. 3	Mapa de Pichán Central.....	41
FIGURA No. 4	Mapa del relieve de Pichán Central.....	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1	Representación gráfica de la absorbancia vs porcentaje de Carbono.....	61
GRÁFICO No. 2	Representación gráfica la interpolación de las absorbancias de Biomasa y Suelo con la curva de calibración de la muestra # 1.....	63
GRÁFICO No. 3	Representación Gráfica del porcentaje de Carbono en los diferentes estratos en la muestra # 1.....	64
GRÁFICO No. 4	Representación gráfica la interpolación de las absorbancias de biomasa y suelo con la curva de calibración de la muestra # 2.....	66
GRÁFICO No. 5	Representación Gráfica del porcentaje de Carbono en los diferentes estratos en la muestra # 2.....	67
GRÁFICO No. 6	Representación gráfica la interpolación de las absorbancias de biomasa y suelo con la curva de calibración de la muestra # 3.....	69
GRÁFICO No. 7	Representación Gráfica del porcentaje de Carbono en los diferentes estratos en la muestra # 3.....	70
GRÁFICO No. 8	Representación gráfica la interpolación de las absorbancias de biomasa y suelo con la curva de calibración de la muestra # 4.....	72
GRÁFICO No. 9	Representación Gráfica del porcentaje de Carbono en los diferentes estratos en la muestra # 4	73
GRÁFICO No. 10	representación gráfica la interpolación de las absorbancias de biomasa y suelo con la curva de calibración de la muestra # 5.....	75
GRÁFICO No. 11	Representación Gráfica del porcentaje de Carbono en los diferentes estratos en la muestra # 5.....	76
GRÁFICO No. 12	Representación Gráfica de los promedios generales de porcentaje de Carbono Orgánico.....	78

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No. 1	Páramo de la comunidad de Pichán Central-San Isidro.....	2
FOTOGRAFÍA No. 2	Precipitación en el Páramo.....	3
FOTOGRAFÍA No. 3	Georeferenciación.....	44
FOTOGRAFÍA No. 4	Toma de muestra de Paja.....	45
FOTOGRAFÍA No. 5	Toma de muestra de Almohadilla.....	46
FOTOGRAFÍA No. 6	Toma de muestra de Suelo.....	46
FOTOGRAFÍA No. 7	Secado de muestras.....	48
FOTOGRAFÍA No. 8	Ruta de acceso.....	146
FOTOGRAFÍA No. 9	Páramo de la Comunidad de Pichán Central.	146
FOTOGRAFÍA No. 10	Elaboración de canastas para el secado de muestras.....	147
FOTOGRAFÍA No. 11	Elaboración del tamiz.....	147
FOTOGRAFÍA No. 12	Muestra de paja y almohadilla.....	148
FOTOGRAFÍA No. 13	Lavado de muestras de paja.....	148
FOTOGRAFÍA No. 14	Lavado de muestras de almohadilla.....	149
FOTOGRAFÍA No. 15	Preparación y secado de la muestra de Suelo	149
FOTOGRAFÍA No. 16	Secado de raíces.....	150
FOTOGRAFÍA No. 17	Rotulación de muestras.....	150
FOTOGRAFÍA No. 18	Molido de Paja.....	151
FOTOGRAFÍA No. 19	Cernido de paja.....	151
FOTOGRAFÍA No. 20	Molido de Paja raíz.....	152
FOTOGRAFÍA No. 21	Cernido de Paja raíz.....	152
FOTOGRAFÍA No. 22	Molido de almohadilla.....	153
FOTOGRAFÍA No. 23	Cernido de almohadilla.....	153
FOTOGRAFÍA No. 24	Molido de Almohadilla raíz.....	154
FOTOGRAFÍA No. 25	Cernido de Almohadilla raíz.....	154
FOTOGRAFÍA No. 26	Cernido de suelos.....	155
FOTOGRAFÍA No. 27	Muestras listas para ser llevadas al laboratorio.....	155
FOTOGRAFÍA No. 28	Pesado de muestras.....	156
FOTOGRAFÍA No. 29	Colocación del dicromato de potasio en las muestras.....	156
FOTOGRAFÍA No. 30	Colocación del ácido sulfúrico en las Muestras.....	157
FOTOGRAFÍA No. 31	Colocación de agua destilada en las muestras.....	157
FOTOGRAFÍA No. 32	Muestras en reposo (24 horas).....	158

		Pp:
FOTOGRAFÍA No. 33	Filtrado de muestras.....	158
FOTOGRAFÍA No. 34	Aforación de muestras.....	159
FOTOGRAFÍA No. 35	Lectura de muestras en el	
	Espectrofotómetro.....	159
FOTOGRAFÍA No. 37 Y 37	Colaboradores.....	160

Pp:

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	Marco Legal. El estado de conservación de los Páramos de pajonal en el Ecuador.....	93
ANEXO No. 2	Protocolo de Kyoto de la conservación Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático..	95
ANEXO No. 3	Determinación de carbono orgánico en paja.....	127
ANEXO No. 4	Determinación de carbono orgánico en almohadilla.	129
ANEXO No. 5	Determinación de carbono orgánico en raíces.....	131
ANEXO No. 6	Determinación de carbono orgánico en suelo 1.....	133
ANEXO No. 7	Determinación de carbono orgánico en suelo 2.....	134
ANEXO No. 8	Análisis estadístico.....	135
ANEXO No. 9	Análisis físico - químico de suelos.....	144

RESUMEN

Determinación de Carbono Orgánico en la Biomasa y Suelo del Páramo de la Comunidad de Pichán Central – San Isidro, Cantón Guano, Provincia Chimborazo.

En cuanto a la metodología, se desarrolló un muestreo aleatorio representativo para lo cual fue necesario el uso de SIG tanto para la Georeferenciación, como para determinar los puntos donde se tomó las muestras, y finalmente encontrar las zonas de influencia.

En la fase experimental, las muestras extraídas fueron pre-tratadas, es decir, lavadas, secadas al aire libre, molidas y tamizadas, para así obtener una muestra homogénea representativa de cada estrato, tanto de Biomasa, como de Suelo.

Y a nivel de laboratorio, para la determinación de Carbono Orgánico en Biomasa y Suelo se aplicó la técnica colorimétrica, siempre con la finalidad de mejorar la precisión de los valores obtenidos, esta técnica colorimétrica tiene la ventaja de un menor consumo de reactivos y de reducir las fuentes de error.

Así tenemos que en la investigación se determinó el Carbono Orgánico en cada uno de los pisos altitudinales, y tenemos que existió un promedio de Paja con un 26.99%, de Paja Raíz con un 28.73%, de Almohadilla con 43.10%, de Almohadilla Raíz con 34.94%, eso en cuanto a Biomasa, en tanto que para el Suelo 1 (0-70cm de profundidad) tenemos un promedio de 34.90% y finalmente para el Suelo 2 (70-120 cm de profundidad) tenemos 27.43%.

Concluimos que el páramo debido a sus condiciones ambientales, posee gran cantidad de materia orgánica acumulada, y a más de ser abastecedor constante de agua, es un gran captador de CO₂ y acumulador de Carbono Orgánico.

Se recomienda preservar el páramo concientizando a la comunidad de los beneficios y servicios que nos brinda éste ecosistema.

SUMMARY

Determination of Organic Carbon in biomass and soil of paramo of Community Pichan Center - San Isidro, Canton Guano - Chimborazo Province.

This study is done to preserve the wilderness and protect and important collector and logger of CO₂. The problem is to remove excess CO₂ in the atmosphere and concentrate it in the form of organic carbon, in both biomass and soil of ecosystem paramo in the Community under study. The main aim is to determine organic carbon in both biomass and soil in the first half of 2011. In terms of methodology, we developed a representative random sample for which it was necessary to use SIG for both Georeferencing to determine the points where samples were taken and finally find the areas of influence. The pilot phase, the extracted samples were pre-treated like washed, air dried, ground and sieved to obtain a homogenous sample representative of layer house, both biomass and soil. In the laboratory for determination of organic carbon in biomass and soil was applied colorimetric, to improve the accuracy of the values obtained. This technique has the advantage of lower consumption of reagents and reduces sources of error.

So this research determined the organic carbon in each of the floors heights, and there was an average of Straw with 26.99% with, Straw Root with 28.73%; Pad 43.10%; Pad Root with 34.94%_a that in as for biomass, while for soil 1 (0-70cm depth) have an average of 34.90%; and finally to the Ground we have 2 (70-120cm depth).

Conclusion; the paramo due to the environmental conditions has lots of organic matter accumulated more than being constant water supplier, so it is a great collector of CO₂, and Organic Carbon storage.

It is recommended to preserve the Paramo awareness to the Community of the benefits and services provided by this ecosystem.

INTRODUCCIÓN

La producción excesiva del CO₂ genera problemas ambientales considerables en la actualidad, ya que el CO₂ es considerado el gas más importante de los llamados GEI, causantes principales del cambio climático y consecuentemente del Calentamiento global.

Bajo esta perspectiva, existen alternativas para controlar este efecto, 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.

A nivel nacional, la primera alternativa difícilmente se lo puede conseguir, pese a que existen diversos convenios y tratados internacionales que no se han dado cumplimiento, y EEUU por ejemplo, el principal país productor de CO₂, se niega a firmar dichos tratados.

La segunda alternativa que es remover el exceso que ya está en la atmósfera, se lo puede realizar, tras comprender la importancia que tiene el ecosistema páramo, como espacio de fijación de carbono orgánico.

A nivel regional se tiene que, la Comunidad de Pichán Central, es una zona muy importante tomando en cuenta la gran cantidad de humedales y la vasta extensión de páramo andino que se encontró en este sector, la misma que aprovecha estos recursos naturales para la dotación de agua permanente, espacio para desarrollar la agricultura y para los diversos usos que se llevan a cabo dentro de la misma, no obstante en ésta zona se desarrollan estudios como: conservación del páramo y manejo de humedales.

Ahora si bien, ya se tiene indicios y datos de proyectos importantes q se han comenzado a desarrollar para manejos de páramos en el Ecuador, es necesario indicar que la relevancia se inclina hacia el factor agua, como el más importante valor que tiene el páramo, no así al contenido de carbono, que si bien no se lo menciona con frecuencia y claridad, cumple y desempeña un papel muy importante como modificar la acidez y la alcalinidad de los suelos llevándolos valores cercanos a la neutralidad haciéndolos óptimos para la agricultura, aumenta la solubilidad de varios nutrientes, además ayuda a disminuir el CO₂ en la atmósfera al conservar el páramo; y hoy en día se habla de una posible venta de carbono, lo cual con un manejo adecuado y consciente y sobre todo equilibrado con el ambiente, dejará réditos económicos importantes.

Este proyecto se enfocó en la determinación de Carbono Orgánico en la Biomasa y Suelo de la Comunidad de Pichán Central-San Isidro, tomando en cuenta los diferentes pisos altitudinales, y con La técnica colorimétrica que tiene la ventaja de un menor consumo de reactivos y de reducir las fuentes de error, es así que se obtuvo un promedio en la Paja de 26.99%, en la Paja Raíz 28.73%, en la Almohadilla 43.10%, Almohadilla Raíz 34.94%, eso en cuanto a biomasa, en tanto que para el Suelo 1 (0-70 cm de profundidad) tenemos 34.90% y finalmente para el Suelo 2 (70-120 cm de profundidad) 27.43%

Actualmente se hallan pocos registros sobre el contenido de Carbono Orgánico en páramos en el Ecuador, y casi nada en éste sector; no obstante se pretende con el presente proyecto de investigación dar a conocer las ventajas de preservar los páramos y la importancia que tiene este ecosistema sensible en la captación de CO₂.

ANTECEDENTES

Nuestros páramos poseen una riqueza muy importante y poco valorada, económicamente hablando, al conservar los páramos, nuestras comunidades y sociedad en general gana mucho; lamentablemente al hablar de economía solo se piensa en un valor monetario tangible, no como se le ve de intangible al hablar de preservar y manejar el páramo sustentablemente, pero al ofrecer alternativas y manejos óptimos se garantiza una mejora económica y ambiental de las comunidades, que hacen del páramo su hogar, como de la sociedad en general.

El páramo como espacio para la fijación de carbono mediante plantaciones forestales ha sido entendido por la Fundación FACE (ForestsAbsorbingCarbondioxideEmission - bosques absorbiendo emisiones de dióxido de carbono) de Holanda. Ellos empezaron en 1993 en el Ecuador con el Programa FACE de forestación de Ecuador (PROFAFOR) para plantar en total unas 75.000 ha de bosque en áreas que están hoy día cubiertas por vegetación de páramo. Esta actividad es justificable desde distintos puntos de vista. Es importante considerar que en muchas áreas (las más bajas) donde se encuentra páramo algún día hubo bosque andino cortado por influencia humana y luego ocupado por vegetación de páramo que resiste más las condiciones extremas a estas alturas. Sin embargo, por el hecho de que anteriormente sí crecieron árboles a estas alturas, es posible emplear iniciativas forestales.

Una plantación a esta altura no crece tanto como una plantación a altitudes más bajas, pero siempre puede alcanzar hasta 200 toneladas por ha. El equivalente de una fijación de 100 toneladas de carbono. Las 75 000 ha. En conjunto pueden contribuir en esta manera significativa a la fijación de carbono: se ha calculado que toda esta actividad puede fijar la

emisión de una planta eléctrica grande en Holanda. Finalmente, la actividad forestal bien manejada está considerada como una actividad económica muy interesante para los habitantes de estas tierras altas, por naturaleza poco productivas. **(19)**

El Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador (GTP) fue establecido en 1998 y reúne a varias organizaciones (gubernamentales y no gubernamentales) que desarrollan actividades en los páramos. El GTP es una plataforma de información, intercambio y discusión de temas relacionados con el conocimiento, conservación, manejo y políticas sobre los páramos en el Ecuador. La intención del GTP es integrar a la mayor cantidad posible de organizaciones interesadas en la investigación y el manejo del páramo. **(11)**

Las actividades de PROFAFOR se han desarrollado básicamente en tierras de comunidades campesinas y propietarios particulares de la zona andina del Ecuador, localizadas en las provincias de Carchi, Bolívar, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja. En los primeros años se utilizaron las especies *Pinus radiata*, *P. patula* y *Cupressus lusitanica* principalmente, pues existían limitaciones tecnológicas para utilizar las especies propias de las zonas altas. Este trabajo fomentará la recuperación de bosques degradados mediante el enriquecimiento o inducción de la regeneración natural, lo que permitirá aumentar los rendimientos en biomasa y por consiguiente, en absorción y secuestro de carbono, debido al rápido crecimiento de las especies. De ésta manera, se pretende implementar el uso sostenido de los ecosistemas manejados, apoyando la conservación de la biodiversidad y manteniendo un “stock” de carbono a largo plazo (99 años). **(20)**

Intervenciones productivas que tengan como meta la captura de carbono tienen el potencial de contribuir con la generación de ingresos en comunidades rurales y de los productores familiares. Cuando son realizadas de forma correcta, estas acciones, además de contribuir a la mitigación de los efectos del cambio climático, deben promover el uso sostenible de los

recursos naturales y un mayor bienestar de las comunidades rurales. Tales intervenciones ocurren por medio de la utilización de sistemas de uso de la tierra con mayor producción de biomasa, y que resultan en stocks más elevados de carbono. En efecto, agricultores familiares y comunidades tradicionales, pueden de hecho desempeñar un servicio ambiental por medio de actividades forestales y agroforestales que contribuyan con el almacenamiento de carbono. Sin embargo, los beneficios financieros recibidos por este segmento, resultantes del acceso a los mercados de carbono, hasta el momento han sido irrisorios. **(21)**

Actualmente en la Comunidad Pichán Central, Parroquia San Isidro, Cantón Guano Provincia de Chimborazo, existen estudios y proyectos básicos en cuanto a humedales y a cuencas hidrográficas, pero no existen estudios para la determinación y fijación de carbono en el páramo.

JUSTIFICACIÓN

El cambio climático y el calentamiento global en la actualidad son motivo de mucho estudio e interés, esto se debe 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 habitual. 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 una industria más eficaz, utilizando técnicas y métodos para una producción más limpia y el uso de vehículos con combustibles eficiente, pero también al evitar la tala de bosques, que en su mayoría después se queman y así producen CO₂.

En el páramo también existe destrucción de vegetación natural (pajonal y pequeños bosquetes), lo que es una fuente de emisión de CO₂. **(22)**

Esto sucede a nivel mundial, afectando directamente las zonas de páramo que han venido contribuyendo en la disminución del CO₂, el páramo como tal cumple y desempeña un papel muy importante, pero a la vez es un sistema frágil.

La Comunidad de Pichán Central muy consciente de la problemática ambiental, y en miras a mejorar la calidad de vida del sector, han decidido colaborar con esta investigación para conseguir un desarrollo económico sostenible sin perjudicar el medio ambiente y recibir réditos económicos considerables. Es así, que en ésta zona se desarrollan estudios como: conservación del páramo, manejo de humedales, que conjuntamente con la Comunidad y el Consejo Provincial de Chimborazo se planifica, capacita y trabaja de una u otra manera para concienciar sobre la preservación y el uso adecuado del páramo para no alterar los sistemas ambientales.

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar Carbono Orgánico en la Biomasa y Suelo del páramo de la Comunidad Pichán Central - San Isidro en primer semestre del 2011.

ESPECÍFICOS

- Georeferenciar la zona de páramo de la Comunidad de Pichán Central – San Isidro.
- Caracterizar los pisos altitudinales del área de estudio.
- Determinar el contenido de Carbono Orgánico en el Pajonal, Almohadillas, Raíces, y suelo del páramo de la Comunidad Pichán Central tomando en cuenta lo diferentes pisos altitudinales.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 PÁRAMO

En el Ecuador, “páramo” puede significar básicamente dos cosas. Por un lado se refiere a las partes más altas de los Andes, que la gente asocia principalmente con los pajonales y el clima inhóspito. Por otro lado, “páramo” es el nombre de la lluvia fina e intermitente que también es típica de estos sitios (está “parameando”). Detrás de estas denotaciones generales, aparentemente sencillas, hay muchas connotaciones de orden científico, económico, legal antropológico y cultural.

La definición del ecosistema páramo, de acuerdo con lo que consta en las propuestas de Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Ecuador, así como, en la Ley de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad, es la siguiente:

Páramo: Ecosistema tropical altoandino que se extiende en los Andes septentrionales, entre el actual o potencial límite superior de bosque andino cerrado y la línea de nieve perpetua, caracterizado por una vegetación dominante no arbórea, alta irradiación ultravioleta, bajas temperaturas y alta humedad.



FOTOGRAFÍA No.1 PÁRAMO DE LA COMUNIDAD PICHÁN CENTRAL SAN ISIDRO.

1.1.1 CONDICIONES AMBIENTALES

1.1.1.1 Clima

1.1.1.1.1 PRECIPITACIÓN

Una consideración básica en cualquier ecosistema es la precipitación, es decir, la cantidad y el patrón de lluvias. 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% (Luteyn 1999). 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 determinados meses.



FOTOGRAFÍA No.2 PRECIPITACIÓN EN EL PÁRAMO.

1.1.1.1.2 TEMPERATURA

La estacionalidad diaria que existe en los ecosistemas tropicales elevados significa que habrá varias horas de frío intenso. El promedio de temperatura en toda la extensión del páramo varía entre 2 y 10°C (Luteyn 1999), con cambios notables a lo largo de cada día: en un mismo día puede haber variación entre 0°C (y menos 6°C inclusive) y cerca de 20°C (Mena

y Balslev 1986). La razón de este frío está en que, al ser ecosistemas altos, la capa de atmósfera que tiene sobre ellos es notablemente menos gruesa que la que tienen los ecosistemas bajos. En los ecosistemas altos, la capa delgada de aire que existe no funciona como un invernadero natural y mucha de la energía solar que entró vuelve a salir (Christopherson 2000).

1.1.2 LOS SUELOS DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR

Entre el límite superior de altura de los bosques andinos (entre 3.000 y 3.500 m) y el límite inferior de las nieves (entre 4.800 y 5.000 m), toma lugar, en los Andes septentrionales y ecuatoriales, un medio particular: el páramo, Estos prados de altura (*Neotropicalalpinegrasslands*) dominados por gramíneas formadoras de penachos, se enfrentan a un clima rudo: el promedio de las temperaturas anuales es bajo, hay una alta humedad a pesar de las precipitaciones moderadas y una débil evaporación. En tal entorno climático y altitudinal, se desarrolla un tipo de vegetación muy particular que presenta un alto grado de endemismo. En primer lugar, resulta que este medio está definido por la presencia de algunas asociaciones vegetales típicas. Pero dentro del nombre genérico de páramo existe una fuerte diversidad, tanto a nivel botánico como en lo concerniente a las condiciones climáticas y edafológicas.

En el Ecuador, los páramos cubren una superficie de 12.560 km², que representa un 5% del territorio nacional y que aseguran el aprovechamiento de agua para la mayor parte de la población de la Sierra ecuatoriana (Proyecto Páramo 1999). Esta fuente de agua se debe principalmente a los suelos de los páramos que tienen una capacidad de regulación de los flujos de agua y permiten su aprovechamiento permanente.

1.1.2.1 Tipos de Suelo de Páramo

- 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. (8)

1.1.3 LOS PISOS TÉRMICOS EN LA ZONA INTERTROPICAL

En la zona intertropical, donde el concepto de pisos climáticos ha sido muy bien estudiado, se suele considerar la existencia de 5 pisos, comenzando con el nivel inferior que corresponde a lo que tradicionalmente se conoce como "**tierra caliente**" o **piso macrotérmico** y siguiendo con los pisos **subtropical, templado, frío, páramo y helado**.

1.1.3.1 Piso macrotérmico o tierra caliente.

En realidad, la tierra caliente, ubicada entre el nivel del mar (28 °C de temperatura promedio anual) y los 900-1000 msnm con una temperatura promedio superior a 24 °C en este nivel superior, no se suele incluir como uno de los pisos térmicos, ya que su clima podría quedar mejor definido por la propia clasificación climática de Köppen (climas cálidos en sus distintas variantes: Af, Am y Aw). En la tierra caliente la planta autóctona representativa de la zona intertropical americana es el cacao, que crece como una planta de sotobosque en un clima cálido y húmedo durante todo el año. También la yuca que, a diferencia de la papa, no es una planta de sotobosque y no presenta tubérculos, sino que se aprovechan sus raíces para su uso directo como alimento o para la producción de casabe, el cual viene a ser una forma autóctona americana del pan que siempre ha venido consumiendo la población indígena. En las llanuras de la zona intertropical la vegetación es muy variada, sobre todo en las selvas lluviosas (selva pluvial macrotérmica o selva ecuatorial, selva de galería, etc.) y en menor grado, en las zonas de sabana y bosques tropófilos.

1.1.3.2 El piso subtropical

Esta es una denominación poco apropiada ya que es un piso de la zona intertropical, pero no existe otra de mayor precisión que se haya empleado para designar a un piso intermedio o de transición entre los niveles de la tierra caliente y la templada, donde las temperaturas son próximas a las del clima subtropical pero con menor amplitud térmica. Se encuentra entre los 900 y los 1800 msnm de altura promedio. Corresponde a lo que en Venezuela se conoce como piso del café ya que en él se localizan las principales plantaciones de este cultivo. Las temperaturas promedio se ubican entre los 24 °C a los 900 msnm y los 18 °C a los 1.800 msnm, aproximadamente.

1.1.3.3 Piso mesotérmico o tierra templada

Se localiza entre los 1800 y los 2500 msnm (18 a 13-14 °C de temperatura media anual, aproximadamente). Es el nivel de las flores y de las hortalizas en la zona intertropical. Constituye una de las regiones ecológicas más productivas por hectárea de nuestro planeta,

si omitimos el efecto y los riesgos de las pendientes para la agricultura intensiva. De hecho, algunas mesetas intermontañas ubicadas en este piso (la región de Cundinamarca en Colombia, por ejemplo) pueden producir rosas y otros productos de la agricultura intensiva como para abastecer un mercado muy amplio en todo el mundo.

Como esta altura es bastante favorable para la producción de lluvias orográficas en las laderas de los vientos dominantes viene a ser, aproximadamente, el piso de la selva nublada (también llamado bosque montano alto), caracterizado por la gran variedad de la vegetación y una gran adaptación y estabilidad ecológica, mostrada por la presencia de helechos arborescentes, como puede verse en la imagen tomada con ayuda de iluminación artificial (por la oscuridad ya en horas de la tarde), junto a la carretera de Caracas a la Colonia Tovar. Los helechos arborescentes constituyen una especie vegetal muy antigua, una de las primeras que aparecieron en la Historia geológica de la Tierra: de hecho, los depósitos de carbón más antiguos que se han encontrado en Europa contienen numerosos restos fosilizados de hojas y ramas de estas plantas. Entre otras plantas de cultivo, también el *café* es cultivado en este piso, además de la papa, que viene a continuarse en el piso superior (tierra fría). En las laderas montañosas de barlovento (e incluso en las de sotavento a partir de los 2000 msnm, se encuentra, siempre en la zona intertropical el tipo de selva montaña o nublada (algunos autores se refieren a este tipo de selva como bosque montano alto).

1.1.3.4 El piso frío y microtérnico

Este piso se ubica entre los 2500 y los 3400 msnm (13 a 8 °C). Es el nivel ecológico de la papa (o patata), lo cual significa que las condiciones ecológicas de este piso son las más apropiadas para su cultivo, aunque también puede cultivarse en otros pisos. Además, también se desarrollan aquí (al igual que en el piso templado) muchos otros cultivos de los climas extratropicales.

En sentido inverso, también la papa se ha introducido en climas templados y fríos de las zonas templadas y frías (en áreas ubicadas a menor altura que en la zona intertropical) con

muy buenos resultados. De hecho, aunque la papa es un cultivo americano, autóctono de la cordillera andina (específicamente del Perú, donde existe una gran cantidad de variedades), el continente con mayor producción de este tubérculo es Europa (Rusia, Polonia, Alemania, etc.).

1.1.3.5 Piso gélido

El piso gélido o helado es el que se encuentra por encima de los 4800 msnm, es decir, el nivel que corresponde con las nieves perpetuas, aunque no se trata de una altitud uniforme, ya que también depende de la orientación del relieve con respecto a la insolación (las vertientes de solana presentan un límite superior a los 4700 msnm y las de umbría se encuentran por debajo de esta altitud). (9)

El Ecuador Andino puede dividirse climáticamente así:

TABLA No. 1 DIVISIÓN CLIMÁTICO ALTITUDINAL DEL ECUADOR.

CLIMA	ALTITUD	TEMPERATURA
TROPICAL	0-800 msnm	26-24 C°
Ecuatorial Cálido	800-1800 msnm	24-18 C°
Subtropical Subandino	1800-2500 msnm	18-15 C°
TEMPERADO	2500-3200 msnm	15-10 C°
Temperado Subandino	3200-4500 msnm	10-3 C°
Temperado Interandino	4500-6300 msnm	1- -6 C°
FRÍO		
Frio Andino		

FUENTE: RIVAS, F.; ALARCÓN, A.; Y OTROS. GEOBOTÁNICA

(10)

1.1.4 TIPOS DE PÁRAMO EN EL ECUADOR

Ya que los páramos pueden ser estudiados como una unidad ecológica coherente, podría generarse la idea de que, con toda su diversidad de plantas y animales, son en conjunto un ecosistema bastante regular y homogéneo. Sin embargo, por ejemplo, los páramos del norte y del sur son diferentes, y hay páramos más secos y otros más húmedos. Los varios intentos de clasificación ecológica del país han incluido diferentes tipos de páramo en ellos.

El hecho es que, tras las características fundamentales que unen a los páramos en el Ecuador, en el Neotrópico e incluso en el resto del mundo (gran altitud en zonas tropicales sin vegetación arbórea continua), hay una variabilidad notable que viene dada por factores naturales y antropogénicos de diversa naturaleza. Valencia *et al.* (1999) han hecho una nueva propuesta de clasificación de las formaciones vegetales del Ecuador.

Allí se reconocen los siguientes seis tipos de páramo incluidos en las subregiones Norte-Centro y Sur de la Región Sierra: Páramo herbáceo, Páramo de frailejones, Páramo seco, Páramo de almohadillas, Páramo arbustivo, Gelidofitia y Herbazal lacustre montano. Esta propuesta fue complementada por el Proyecto Páramo (1999), lo que dio como resultado la siguiente propuesta de tipos de páramo:

TABLA No 2. TIPOS DE PÁRAMO Y SUPERFICIE DEL TOTAL DE PÁRAMOS EXISTENTES EN EL ECUADOR.

DEFINICIÓN	HECTÁREAS	PORCENTAJE
Páramo Arbustivo de los Andes del Sur	13.947,257	1,11
Páramo de Frailejones	24.592,756	1,95
Páramo de Pajonal	911.367,030	72,32
Páramo Herbáceo de Almohadillas	147.228,906	11,68
Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas	70.363,154	5,58
Páramo Pantanoso	32.256,633	2,56

Páramo Seco	17.796,652	1,41
Páramo sobre Arenales	16.298,440	1,29
Superpáramo	18.950,510	1,50
Superpáramo Azonal	7.416,479	0,59
Total	1.260.217,817	100,00

FUENTE: MAXIMINA, M.; Y OTROS. LOS PÁRAMOS DEL MUNDO.

1.1.4.1 Ubicación

Tradicionalmente cuando se habla de páramos en el Ecuador, se relaciona directamente con las provincias de la región sierra, pero en el Ecuador, se puede encontrar páramos en provincias con jurisdicción de la costa y hasta la amazonía.

La importancia política y geográfica del páramo radica porque está presente en 16 de las 22 provincias que conforman el Ecuador. Pero la mayor concentración de los páramos está repartidos en cuatro provincias (Chimborazo, Azuay, Napo y Pichincha); pues entre ellas abarcan cerca del 60% de la cantidad de páramos existentes en el país.

TABLA No 3. DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DEL PÁRAMO EN EL ECUADOR, EXTENSIONES Y REPRESENTATIVIDAD HACIA EL TOTAL NACIONAL DE PÁRAMOS.

PROVINCIA	Región	Extensión total de páramos por provincia (ha)	Representatividad del total páramos por provincia (%)	Extensión total de cada provincia (ha)	Distribución de los páramos en cada provincia (%)
Chimborazo	Sierra	194,695	15.52	652,706	29.83
Azuay	Sierra	188,513	15.03	800,845	23.54
Napo	Oriente	183,186	14.60	1,316,529	13.91
Pichincha	Sierra	164,334	13.10	1,304,366	12.60

Cotopaxi	Sierra	105,048	8.37	595,689	17.63
Tungurahua	Sierra	84,030	6.70	347,091	24.21
Cañar	Sierra	82,963	6.61	316,531	26.21
Morona Santiago	Oriente	54,036	4.31	2,392,937	2.26
Zamora Chinchiipe	Oriente	42,454	3.38	1,058,334	4.01
Imbabura	Sierra	41,255	3.29	461,575	8.94
Bolívar	Sierra	37,854	3.02	393,798	9.61
Loja	Sierra	31,824	2.54	1,085,280	2.93
Carchi	Sierra	27,598	2.20	360,436	7.66
El Oro	Costa	10,672	0.85	573,644	1.86
Sucumbíos	Oriente	6,104	0.49	1,773,472	0.34
Esmeraldas	Costa	69	0.01	1,523,481	0.00
Total		1,254,634	100	14,956,716	

FUENTE: MAXIMINA, M.; Y OTROS. LOS PÁRAMOS DEL MUNDO.

TABLA No 4. DISTRIBUCIÓN POR PROVINCIA DE LOS TIPOS DE PÁRAMO EXISTENTES EN EL ECUADOR.

Provincias	Tipos de páramo	Hectáreas
Azuay	Páramo de Pajonal.	188411
	Páramo Seco.	102
	Áreas diferentes a páramo.	612333
Bolívar	Páramo de Pajonal.	28193
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	2347
	Páramo sobre Arenales.	7310
	Superpáramo.	4
	Áreas diferentes a páramo.	355943
Cañar	Páramo de Pajonal.	82606
	Páramo Seco.	357

	Áreas diferentes a páramo.	233568
Carchi	Páramo de Frailejones.	22146
	Páramo de Pajonal.	5224
	Páramo Seco.	5
	Superpáramo.	222
	Áreas diferentes a páramo.	332838
Chimborazo	Páramo de Pajonal.	184757
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	3660
	Páramo Seco.	1464
	Páramo sobre Arenales.	2666
	Superpáramo.	2148
	Áreas diferentes a páramo.	458012
Cotopaxi	Páramo de Pajonal.	96808
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	1574
	Páramo Pantanoso.	2438
	Páramo Seco.	168
	Superpáramo.	3014
	Superpáramo Azonal.	1045
	Áreas diferentes a páramo.	490641
El Oro	Páramo de Pajonal.	3857
	Páramo Seco.	6815
	Áreas diferentes a páramo.	562972
Esmeraldas	Páramo de Pajonal.	69
	Áreas diferentes a páramo.	1523412
Imbabura	Páramo de Pajonal.	39095
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	174
	Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas.	1360
	Superpáramo.	627

	Áreas diferentes a páramo.	420320
Loja	Páramo Arbustivo de los Andes del Sur.	5837
	Páramo de Pajonal.	22995
	Páramo Seco.	2992
	Áreas diferentes a páramo.	1053456
Morona Santiago	Páramo de Pajonal.	50244
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	3150
	Páramo Seco.	77
	Superpáramo.	565
	Áreas diferentes a páramo.	2338901
Napo	Páramo de Pajonal.	48734
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	91752
	Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas.	13925
	Páramo Pantanoso.	22523
	Superpáramo.	3573
	Superpáramo Azonal.	2679
	Áreas diferentes a páramo.	1133344
Pichincha	Páramo de Pajonal.	80738
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	33153
	Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas.	31656
	Páramo Pantanoso.	6028
	Páramo Seco.	684
	Superpáramo.	8383
	Superpáramo Azonal.	3692
	Áreas diferentes a páramo.	1140032
Sucumbíos	Páramo de Frailejones.	1123

	Páramo de Pajonal.	743
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	
	Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas.	916 3322
	Áreas diferentes a páramo.	1767368
Tungurahua	Páramo de Frailejones.	48
	Páramo de Pajonal.	45405
	Páramo Herbáceo de Almohadillas.	10505
	Páramo Herbáceo de Pajonal y Almohadillas.	20100
	Páramo Pantanoso.	1268
	Páramo sobre Arenales.	6322
	Superpáramo.	381
	Áreas diferentes a páramo.	263061
Zamora Chinchipe	Páramo Arbustivo de los Andes del Sur.	8110
	Páramo de Pajonal.	29211
	Páramo Seco.	5133
	Áreas diferentes a páramo.	1015880

FUENTE: MAXIMINA, M.; Y OTROS. LOS PÁRAMOS DEL MUNDO.

1.1.4.2 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 almohadillales, 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 quemas 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 gigantescas 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.

1.1.4.3 Humedales y Corrientes de Agua

- Gracias a la gran humedad de los páramos y a que en prácticamente todos ellos existen muchos valles en forma de U, se han formado extensos pantanos y lagunas en muchas partes de estos ecosistemas.
- En partes donde la geomorfología no está determinada por los glaciares, existen valles en V con ríos, quebradas y cascadas que llevan grandes cantidades de agua hacia áreas más bajas.
- Todos estos ecosistemas, caracterizados por el agua, se llaman humedales. Ya que hay un gran mosaico de humedales en el páramo y ya que los pantanos, lagunas y ríos dependen de las demás partes del páramo (bosques y pajonales), que en sí también son bastante húmedos, es posible considerar el páramo en su totalidad como un gran humedal.
- Dentro de este humedal páramo, los sitios que por sus condiciones de suelo e inclinación tengan un mal drenaje tendrán plantas y, por lo tanto, animales distintos a aquellas zonas donde el drenaje es bueno.
- En el páramo hay especies que prefieren vivir cerca o incluso dentro de las corrientes de agua. Una de las especies de gramíneas más típicas de los páramos, el sigse (*Cortaderianitida*), conocida por sus hojas cortantes, prefiere vivir cerca de las corrientes, ya sean éstas superficiales o subterráneas.
- De hecho, vegetaciones dominadas por sigse pueden en algunos casos servir como indicadores de que hay agua cerca. Las turberas, zonas pantanosas dominadas por musgos del género *Sphagnum*, también crecen en sitios anegados.
- Hay otras plantas que crecen en estas zonas, como ciertas especies de *Valeriana* y *Carex*, y varias formadoras de almohadillas (entre ellas *Plantago*, *Oreobolus* y *Azorella*).

Entre las plantas acuáticas, que crecen en las orillas de los lagos o en charcos estacionales y ciénagas, están varias especies de *Isoëtes* y la apiácea *Lilaeopsis*, entre otras. (8)

1.1.5 EL PÁRAMO COMO ESPACIO PARA LA FIJACIÓN DE CARBONO ATMOSFÉRICO

Desde hace un poco más de una década, los científicos ambientales están alertando al mundo por los efectos de un alza de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Este incremento está causado principalmente por el alto uso de combustibles fósiles, lo que ha aumentado mucho desde la revolución industrial (hace 200 años). CO₂ es el principal gas invernadero, es decir, las concentraciones aumentadas causan un calentamiento general del planeta, lo que a su vez causa un cambio climático con graves efectos, como desertificación en ciertas áreas e inundaciones en otras.

Al contrario de otras formas de contaminación del aire, el aumento de la concentración de CO₂ es un verdadero problema global: los gases se dispersan sobre toda la atmósfera y no se concentran alrededor de sus fuentes (áreas industriales, ciudades grandes o selvas quemadas). Por esto, todo el mundo siente el efecto del calentamiento global pero se pueden ejecutar acciones para mitigar su efecto en todo el planeta, incluyendo el páramo.

1.1.5.1 Líneas de acción

Las líneas de acción para controlar el nivel de CO₂ en la atmósfera se pueden generalizar en dos tipos. La mayoría de las acciones se dirige a la disminución de las emisiones de carbono. Esto incluye campañas de disminución del uso de energía y el desarrollo de técnicas para aumentar la eficiencia de aparatos que funcionan con combustible fósil (plantas eléctricas, vehículos, calefones, etc.). El control de emisión también incluye actividades como el control de incendios de la selva tropical, porque con la quema de biomasa actual, y el asociado cambio de uso de la tierra, se emite mucho carbono a la atmósfera. La otra línea de

acción es la fijación de la aumentada cantidad de carbono en la atmósfera. Esto actualmente se hace más que todo por actividades forestales. Cuando una planta crece, asimila CO_2 y lo convierte en biomasa. Si esta biomasa está almacenada en una forma más o menos estable, se retira esta cantidad de carbono de la atmósfera durante bastante tiempo.

En ambas líneas de acción mencionadas para la mitigación del efecto del aumento de concentración de CO_2 (reducción de emisión y fijación), el páramo puede jugar un papel importante. Primero, el ecosistema paramero es un gran reservorio para carbono y al conservarlo se evita más emisión de este elemento a la atmósfera. Segundo, el páramo incluye grandes áreas abiertas (sin bosques) con relativamente baja productividad agrícola que por esta razón se presta para hacer actividades de forestación a gran escala, con el objetivo de fijar CO_2 atmosférico.

1.1.5.2 Control de emisiones

¿Cuál es el beneficio para la atmósfera si estamos conservando el páramo? ¿No es mejor invertir todo nuestro esfuerzo y recursos en la salvación del bosque tropical, que contiene mucho más biomasa y así puede emitir más CO_2 cuando se incendie? Esto último es verdad. 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 CO_2). 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, 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.

Pero, ¿cuán importante es el carbono en el suelo del páramo? ¿No es así que al dañar el ecosistema, por ejemplo por quema, desaparece solo la vegetación? Esto no es verdad. Con un mal manejo del páramo, especialmente al dejar la tierra expuesta al aire, se seca el suelo superficial y la descomposición aumenta. Esto resulta en una oxidación de la materia orgánica y una emisión de carbono a la atmósfera. En muchos casos, con un cambio de uso de la tierra en el páramo, esta pérdida de materia orgánica no está compensada por una entrada de nueva hojarasca. O sea que la erosión es también una fuente de emisión de CO₂; con un mejor control de la erosión se obtiene una conservación de la materia orgánica almacenada. Es una ilusión pensar que la materia orgánica en el suelo es muy estable y que con solo un manejo inapropiado no se puede perder mucho carbono. La evidencia está en la misma provincia del Carchi: alrededor de Bolívar el suelo típico de esta provincia, de más de un metro, se ha deteriorado durante apenas unas décadas de sobreuso.

1.1.5.3 Fijación de carbono atmosférico

El páramo como espacio para la fijación de carbono mediante plantaciones forestales ha sido entendido por la Fundación FACE (Forests Absorbing Carbon dioxide Emission - bosques absorbiendo emisiones de dióxido de carbono) de Holanda. Ellos empezaron en 1993 en el Ecuador con el Programa FACE de forestación de Ecuador (PROFAFOR) para plantar en

total unas 75.000 ha de bosque en áreas que están hoy día cubiertas por vegetación de páramo. Esta actividad es justificable desde distintos puntos de vista. Es importante considerar que en muchas áreas (las más bajas) donde se encuentra páramo algún día hubo bosque andino cortado por influencia humana y luego ocupado por vegetación de páramo que resiste más las condiciones extremas a estas alturas. Sin embargo, por el hecho de que anteriormente sí crecieron árboles a estas alturas, es posible emplear iniciativas forestales. Una plantación a esta altura no crece tanto como una plantación a altitudes más bajas, pero siempre puede alcanzar hasta 200 toneladas por hectárea, el equivalente de una fijación de 100 toneladas de carbono. Las 75 000 hectáreas en conjunto pueden contribuir en esta manera con bastante a la fijación de carbono: se ha calculado que toda esta actividad puede fijar la emisión de una planta eléctrica grande en Holanda. Finalmente, la actividad forestal bien manejada está considerada como una actividad económica muy interesante para los habitantes de estas tierras altas, por naturaleza poco productivas.

Sin embargo, existen también preocupaciones sobre las actividades de PROFAFOR en el Ecuador, entre otras porque, hasta ahora, la gran mayoría de las plantaciones realizadas fue hecha con especies exóticas de rápido crecimiento, principalmente por la falta de experiencia forestal a gran escala con especies nativas andinas. Especies como el pino y eucalipto no son elementos de los Andes por naturaleza, y por esto la plantación no está en un balance ecológico natural. Hay preocupación de que por su crecimiento rápido, estas especies necesitan mucha agua y por esto se seca el suelo.

Con un suelo más seco desaparece algo de la materia orgánica, lo que no se compensa por la caída de hojarasca, porque ésta es muy cuticulosa, homogénea y ajena a la fauna del suelo. Así, se está fijando carbono encima del suelo, por los árboles, pero perdiendo carbono en el suelo. Además, ya que el ecosistema de una plantación es muy diferente a un bosque, la diversidad y la regeneración de otras especies no son muy grandes. Desafortunadamente, estas preocupaciones son más que todo teóricas y todavía no existen muchos datos que las evidencien. Para colaborar con este conocimiento, el Proyecto de Investigaciones en Páramos y Bosques Andinos (EcoPar) ha ejecutado varios estudios sobre el tema de impacto

de especies exóticas en el páramo y las posibilidades de cambiar la forestación en la Sierra hacia una forestación más sustentable. (11)

1.1.5.4 Beneficios del suelo en el páramo

El páramo puede brindar servicios ambientales gracias a características ecológicas especiales pero ciertas acciones humanas están limitando sus capacidades y las posibilidades de aprovecharlas sustentablemente. Dos servicios ambientales fundamentales que el páramo presta a la población directa e indirectamente relacionada con ellas y a la sociedad en general, son la continua provisión de agua en cantidad y calidad, y el almacenamiento de carbono atmosférico, que ayuda a controlar el calentamiento global. Ambos tienen que ver con el comportamiento de un elemento poco conocido y subvalorado: el suelo.

El suelo más común en páramos es de origen volcánico y se conoce técnicamente como *andosol*, del japonés que significa Tierra negra. Este color negro viene del alto contenido de materia orgánica, que por las bajas temperaturas no se descompone rápidamente. Además, el aluminio de la ceniza volcánica y la materia orgánica se combinan para formar vesículas muy resistentes a la descomposición por la edafofauna. Estos complejos se llenan de agua; ésta es retenida por un período relativamente largo y es soltada lenta y constantemente. Así, el páramo no debe considerarse un *productor* de agua (que viene de la lluvia, la neblina y los deshielos) sino *recogedor* de ella y *regulador* de su flujo. No es exagerado decir que prácticamente todos los sistemas fluviales de los países andinos septentrionales nacen en el páramo y que los sistemas de riego, agua potable e hidroelectricidad dependen, en gran medida, de esta capacidad del ecosistema páramo de regulación hídrica.

Gracias al mencionado proceso de retención de materia orgánica, (la mitad de la cual es carbono) los suelos parameros son *almacenes* de carbono. Si bien la masa vegetal del páramo también es un sumidero de este elemento, no lo es en la medida de ecosistemas boscosos más bajos. Sin embargo, al contrario de lo que sucede con las tierras bajas, los suelos parameros tienen esta elevada concentración de materia orgánica y además son muy

profundos (hasta 3 m). Gracias a esto la cantidad total de carbono almacenada por hectárea de páramo puede ser mayor que la de selva tropical. Con un buen manejo de los páramos, se conserva el suelo y se mantiene el carbono almacenado mientras que si se descubre y maltrata el suelo, existe el peligro de que mucho del carbono se descomponga y vaya a la atmósfera como dióxido de carbono, el principal causante del calentamiento global, posiblemente el más grave problema ambiental del planeta.

Una cuestión relacionada es la de la *captación* de carbono que realizan los bosques en crecimiento. Las masas boscosas de los páramos, aunque poco extensas, pueden ayudar a fijar el CO₂ que ya está en la atmósfera de manera bastante eficiente. Se ha calculado, por ejemplo, que los yaguales (*Polylepis*) pueden capturar hasta 2 toneladas de carbono por hectárea por año. **(12)**

Teniendo en cuenta los esfuerzos mundiales por mitigar los potenciales impactos del cambio climático, los países están apostando por esquemas de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD).

Estos esquemas implican la generación de recursos económicos como compensación por el mantenimiento (o incremento) de las reservas de carbono en la vegetación, ya sea en una zona degradada en la que se implementa un programa de reforestación, o en una zona inalterada en donde se evita la conversión de un bosque. Si bien estos esquemas aún están poco desarrollados y existe incertidumbre acerca de su eficiencia y sostenibilidad a largo plazo, es evidente que tienen el potencial de producir considerables recursos económicos y proveer un contexto sólido para permitir el desarrollo de las comunidades locales, sin afectar la estabilidad ecológica de los ambientes naturales.

Sin embargo, hasta hace poco los esquemas para REDD han estado limitados a ecosistemas netamente forestales, excluyendo a otros ecosistemas como los páramos, punas y jalcas. Afortunadamente, este escenario está cambiando en el marco de las negociaciones post Protocolo de Kioto y se está viabilizando la posibilidad de desarrollar esquemas de REDD

para ecosistemas no forestales en los que las reservas más importantes de carbono se encuentran en el suelo.

En las selvas tropicales de Latinoamérica, por ejemplo, se ha estimado que la vegetación puede almacenar entre 200 y 400 toneladas de carbono/ha, mientras que la vegetación del páramo almacena apenas unas 40 toneladas de carbono/ha. Por el contrario, mientras que los suelos de los bosques tropicales suelen almacenar de 100 a 200 toneladas de carbono/ha, los suelos de los páramos han acumulado enormes cantidades de materia orgánica y se ha reportado que pueden contener hasta 600 toneladas de carbono/ha, igualando las concentraciones de carbono que se encuentran en la vegetación de los densos bosques húmedo tropicales del continente.

TABLA No 5. RESERVAS ESTIMADAS DE CARBONO EN EL PÁRAMO VS OTROS ECOSISTEMAS TROPICALES.

	Toneladas C/ha		
	Biomasa aérea	Carbono en el suelo	Total
Bosque húmedo tropical de tierras bajas	200 - 400	100 - 200	300 - 600
Bosque tropical montano	100 - 200	~ 74	~174 - 274
Páramo	~ 40	300 - 600	~340 - 640

FUENTE: SUÁREZ, E. POR UN MANEJO SOSTENIBLE DE LOS PÁRAMOS APROVECHAMIENTO DEL CARBONO EN EL SUELO DE LOS PÁRAMOS.

Se estima que los suelos de este tipo de ecosistemas han almacenado aproximadamente 1.65 Gt de carbono (1650 millones de toneladas de carbono). Aunque es aún difícil asignarle un valor económico a estas reservas de carbono, estimaciones realizadas para bosques tropicales sugieren que, a nivel global, el mercado de créditos de carbono por REDD podría generar

entre 153 y 4500 millones de dólares bajo escenarios que contemplan un 5% de reducción de la deforestación, o entre 7000 y 46000 millones de dólares si la reducción de la deforestación alcanza un 50%.

Además de la alta concentración de carbono en los suelos de los páramos, es importante mencionar que aún existen grandes extensiones de estos ecosistemas en estados de conservación relativamente buenos. Al mismo tiempo, en los últimos años se ha desarrollado una tendencia entre las comunidades locales de páramo a incluir en sus territorios zonas de conservación generalmente con propósitos de conservación de biodiversidad o fuentes de agua. Si bien estas áreas locales de conservación son en sí mismas un avance en manejo local de los páramos, también es cierto que actualmente existen pocos incentivos o compensaciones directas que les añadan valor y generen recursos para las comunidades. En este contexto, la colocación de créditos de carbono por REDD podría servir para concretar beneficios directos por la conservación no solo de estas áreas comunitarias de conservación de páramos, sino también de otras áreas a nivel nacional y regional. (13)

1.1.5.5 El ciclo global del carbono en los ecosistemas de páramo.

En el ciclo del carbono global, los volcanes de la Tierra han estado enviando cantidades ingentes de dióxido de carbono a la atmósfera durante millones de años. El exceso de CO₂ atmosférico es absorbido y reciclado en un extenso bucle de retroalimentación que incluye la erosión de las rocas como elemento clave, dado que los intercambios entre los organismos, mediante los procesos de respiración, fotosíntesis y descomposición se mantienen en equilibrio y no afectan el nivel de CO₂ en la atmósfera.

En el proceso de erosión de las rocas, éstas se combinan con el agua de la lluvia y con el CO₂ para formar diversos compuestos químicos, llamados carbonatos. El CO₂ es pues, retirado de la atmósfera y disuelto en soluciones líquidas. Éstos son procesos puramente químicos, que no requieren la participación de organismos vivos. No obstante, la presencia de bacterias en el suelo incrementa ampliamente el nivel de erosión. Los carbonatos son

luego arrastrados a los océanos donde unas minúsculas algas, entre otros organismos marinos, los absorben para construir sus delicadas cáscaras de carbonato de calcio (Ca CO_3).

Así el CO_2 que estaba en la atmósfera acaba convertido en cáscaras de Ca CO_3 de algas, quienes absorben directamente el CO_2 del aire. Cuando estas algas mueren, sus cáscaras se precipitan al fondo de los océanos, donde forman sedimentos masivos de piedra caliza (en forma de Ca CO_3). Debido a su enorme peso, éstos sedimentos de caliza se hunden gradualmente en el manto terrestre donde se funden, llegando incluso a desencadenar los movimientos de las placas tectónicas. En realidad, parte del carbono contenido en las rocas fundidas, será reenviado a la atmósfera por los volcanes in forma de CO_2 para iniciar otra vuelta en el ciclo del carbono. En éste punto donde la fracción mineral del carbono del suelo puede ser emitida nuevamente a la atmósfera (Capra 1998).

Existe actualmente incertidumbres acerca de la captura neta de CO_2 dado que éste ecosistema no ha sido estudiado en forma dinámica en el tiempo. Probablemente éste ecosistema fije carbono en una forma neta dado que el resultado de la producción primaria neta que no se pierde por la respiración pasa a constituir la materia orgánica del suelo y, dado que las tasas de descomposición de éstos ecosistemas son tan bajas hay una acumulación neta de carbono que se mineraliza muy lentamente pasando a formar parte del humus, el cual es constituido de carbono ligado que no será susceptible de ser liberado en forma de CO_2 , al menos en escalas de tiempo humanas (Agriculture and Agri-FoodCanada. S. F.). **(14)**

1.1.6 MARCO LEGAL. EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS DE PAJONAL EN EL ECUADOR. **(Ver anexo No. 1)**

1.2 CAMBIO CLIMÁTICO

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y

sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos tanto a causas naturales (Crowley y North, 1988) como antropogénicas (Oreskes, 2004).

El término suele usarse de forma poco apropiada, para hacer referencia tan sólo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término *cambio climático* sólo para referirse al cambio por causas humanas:

"Por *cambio climático* se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". Artículo 1, párrafo 2.

Como se produce constantemente por causas naturales se lo denomina también variabilidad natural del clima. En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión cambio climático antropogénico.

Además del calentamiento global, el cambio climático implica cambios en otras variables como las lluvias y sus patrones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico.

1.3 CALENTAMIENTO GLOBAL

El calentamiento global es un término utilizado para referirse al fenómeno del aumento de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos, que posiblemente alcanzó el nivel de calentamiento de la época medieval a mediados del siglo XX, para excederlo a partir de entonces.

El calentamiento global está asociado a un cambio climático que puede tener causa antropogénica o no. El principal efecto que causa el calentamiento global es el efecto

invernadero, fenómeno que se refiere a la absorción por ciertos gases atmosféricos, principalmente H₂O, seguido por CO₂ y O₃ de parte de la energía que el suelo emite, como consecuencia de haber sido calentado por la radiación solar.

El efecto invernadero natural que estabiliza el clima de la Tierra no es cuestión que se incluya en el debate sobre el calentamiento global. Sin este efecto invernadero natural las temperaturas caerían aproximadamente en unos 30 °C; con tal cambio, los océanos podrían congelarse y la vida, tal como la conocemos, sería imposible. Para que este efecto se produzca, son necesarios estos gases de efecto invernadero, pero en proporciones adecuadas. Lo que preocupa es que una elevación de esa proporción producirá un aumento de la temperatura debido al calor atrapado en la baja atmósfera.

El IPCC sostiene que: *«la mayoría de los aumentos observados en la temperatura media del globo desde la mitad del siglo XX, son muy probablemente debidos al aumento observado en las concentraciones de GEI antropogénicas»*. Esto es conocido como la teoría antropogénica, y predice que el calentamiento global continuará si lo hacen las emisiones de gases de efecto invernadero. En el último reporte con proyecciones de modelos climáticos presentados por IPCC, indican que es probable que temperatura global de la superficie, aumente entre 1,1 a 6,4 °C durante el siglo XXI.

Se han propuesto varias medidas con el fin de mitigar el cambio climático, adaptarse a él o utilizar geoingeniería para combatir sus efectos. El mayor acuerdo internacional respectivo al calentamiento global ha sido el Protocolo de Kyoto, el cual tiene como objetivo la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero para evitar una *"interferencia antropogénica peligrosa con el sistema climático"*. Fue adoptado durante Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y promueve una reducción de emisiones contaminantes, principalmente CO₂. Hasta noviembre de 2009, 187 estados han ratificado el protocolo. EEUU, mayor emisor de gases de invernadero mundial, no ha ratificado el protocolo. **(1)**

1.3.1 PROTOCOLO DE KIOTO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Es un protocolo de la CMNUCC, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si las emisiones de estos gases en el año 1990 alcanzaban el 100%, para el año 2012 deberán de haberse reducido como mínimo al 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5% como mínimo, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo. EEUU mayor emisor de gases de invernadero mundial no ha ratificado el protocolo.

El instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la CMNUCC. (2)

1.3.1.1 Marco Legal. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (Ver anexo No. 2)

1.3.2 EFECTO INVERNADERO

La Tierra debido a su fuerza de gravedad retiene en su superficie al aire y al agua del mar, y para poner en movimiento al aire y al mar en relación con la superficie del planeta se necesita la energía cuya fuente primaria es el Sol, que emite en todas direcciones un flujo de luz visible o próxima a la radiación visible, en las zonas del ultravioleta y del infrarrojo.

La Tierra solamente recibe una pequeña cantidad de la energía emitida por el Sol. La luz solar no se utiliza directamente, sino en forma de calor, por lo tanto, es necesario que la atmósfera transforme la energía térmica de la radiación solar en energía mecánica del viento. La fuente de calor para la atmósfera es la superficie del suelo calentada por la luz solar que luego es emitida como radiación infrarroja hacia el espacio.

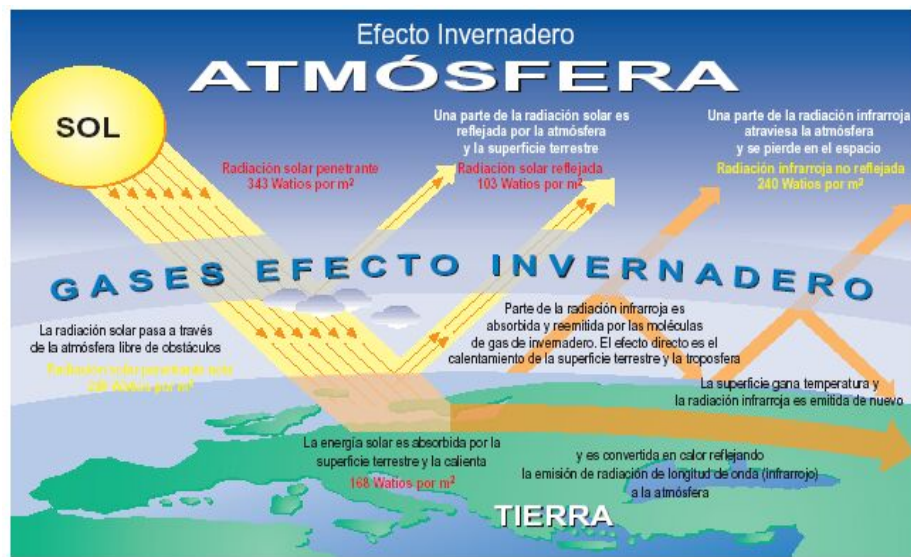
El efecto invernadero es uno de los principales factores que provocan el calentamiento global de la Tierra, debido a la acumulación de los llamados gases invernadero CO_2 , H_2O , O_3 , CH_4 y CFC's en la atmósfera.

El matemático francés Jean B. J. Fourier planteó que la Tierra es un planeta azul debido a su atmósfera y que sería un planeta negro si careciera de ella y que se congelaría el agua si no tuviera la mezcla de gases que forman su atmósfera. En 1827 comparó la influencia de la atmósfera terrestre con un invernadero y dijo que los gases que forman la atmósfera de la tierra servían como las paredes de cristal de un invernadero para mantener el calor.

El físico irlandés John Tyndall, en 1859, descubrió que ni el oxígeno ni el nitrógeno producen efecto invernadero, lo cual indica que el 99 % de los componentes de la atmósfera no producen efecto invernadero y que el agua, el bióxido de carbono y el ozono sí lo producen. Tyndall se dio cuenta que el bióxido de carbono absorbe una gran cantidad de energía y que su concentración varía de manera natural debido a diferentes fenómenos, entre los que se encuentra la fijación orgánica que llevan a cabo las plantas (fotosíntesis). También que la disminución de la concentración del bióxido de carbono en la atmósfera provocaría el enfriamiento del planeta y que ésta podría ser la explicación de las glaciaciones en la Tierra.

Las moléculas de oxígeno, nitrógeno, agua, anhídrido carbónico y del ozono son casi transparentes a la luz solar pero las moléculas de CO₂, H₂O, O₃, CH₄ y CFC's son parcialmente opacas a las radiaciones infrarrojas, es decir, que absorben a las radiaciones infrarrojas emitidas por el suelo que ha sido calentado por la luz solar.

Cuando la radiación infrarroja choca con las moléculas de CO₂, H₂O, O₃, CH₄ y CFC's es absorbida por ellas. Estas moléculas que vibran, se mueven y emiten energía en forma de rayos invisibles e infrarrojos, provocan el fenómeno conocido como efecto invernadero, que mantiene caliente la atmósfera terrestre. Las radiaciones rebotan entre la mezcla de moléculas que componen a la atmósfera hasta que finalmente escapan al espacio sideral.



Fuente: UNEP -GRID-Arendal.

FIGURA No. 1 EFECTO INVERNADERO

El término efecto invernadero aplicado a la Tierra se refiere al posible calentamiento global debido a la acumulación de los gases de invernadero provocada por la actividad humana, principalmente desde la revolución industrial por la quema de combustibles fósiles y la producción de nuevos productos químicos.

El químico sueco Svante A. Arrhenius, en 1896, planteó que la concentración de anhídrido carbónico se está incrementando continuamente debido a la quema de carbón, petróleo y leña, lo cual hace que la temperatura promedio de la Tierra sea cada vez mayor. Señaló que en caso de duplicarse la concentración del anhídrido carbónico de la atmósfera, la temperatura promedio de la Tierra aumentaría entre 5 y 6°C.

Aunque se conocía el efecto invernadero, durante la primera mitad del siglo XX los investigadores de la Tierra no lo consideraron como un problema de la estabilidad del planeta, ya que antes consideraban que los océanos podían absorber al anhídrido carbónico formando carbonato de calcio (CaCO_3) que caería al fondo del mar sin causar ningún daño.

La radiación infrarroja es absorbida en mayor cantidad por el vapor de agua, le sigue el anhídrido carbónico y luego el ozono, pero de estos 3 compuestos químicos es el anhídrido carbónico el que produce mayor efecto invernadero porque el hombre está incrementando su concentración como consecuencia de las actividades que realiza.

Se considera que sin el efecto invernadero producido por el bióxido de carbono natural la temperatura de la Tierra sería de alrededor de 20 °C bajo cero (- 20 °C).

Los científicos están de acuerdo en que el anhídrido carbónico interviene en el efecto invernadero y que su concentración está aumentando, pero no están de acuerdo en dos aspectos cruciales del efecto invernadero: 1) si ya ha comenzado el calentamiento de la Tierra y 2) cuánto se incrementará el calentamiento global. (3)

1.3.2.1 Gases de efecto invernadero

Son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero. Su concentración atmosférica es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta.

Los gases de invernadero más importantes son: vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂) metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) clorofluorcarbonos (CFC) y ozono (O₃).

TABLA No 6. FENÓMENOS NATURALES Y ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE DAN ORIGEN A ESTOS GASES, SU CONCENTRACIÓN Y TASA DE CRECIMIENTO ANUAL EN LA ATMÓSFERA.

<i>gas</i>	<i>Fuente</i>	<i>concentración actual (ppm*)</i>	<i>Crecimiento anual (%)</i>
vapor de agua	-evaporación	variable	-
dióxido de carbono	-combustión de carburantes fósiles (petróleo, gas, hulla) y madera -erupciones volcánicas	353	0.5
metano	-descomposición anaeróbica de vegetales en tierras húmedas (pantanos, ciénagas, arrozales) -combustión de biomasa -venteo de gas natural	1.7	0.9
óxido nitroso	-prácticas agrícolas (uso de fertilizantes nitrogenados) -combustión de carburantes fósiles	0.31	0.8
clorofluorcarbonos	-origen sintético (propelentes de aerosoles, refrigeración, espumas)	0.00028 0.00048	- 4.0
ozono troposférico	-combustión de carburantes fósiles	0.02 - 0.04	0.5 – 2.0

FUENTE: MORAN, J.; MORAN, M.; KELLY, M. GASES DE EFECTO INVERNADERO.

*ppm partes por millón (en volumen) (4)

1.3.2.2 Formación de los GEI

Los gases de efecto invernadero (GEI) no son en realidad un problema. Resultan imprescindibles para mantener la temperatura del planeta, pero la actividad humana ha aumentado su número y ha alterado su equilibrio natural. El dióxido de carbono (CO₂) es el más conocido, pero no es el único: el vapor de agua, el metano, el ozono y otros gases con nombres más difíciles de pronunciar, como el trifluorometano, son también compañeros de grupo. Los científicos reconocen que hacen falta más investigaciones para entender por completo el funcionamiento de estos gases y su efecto real en el cambio climático.

Los principales GEI son de origen natural. El problema surge cuando la cantidad de estos gases aumenta porque se altera el equilibrio natural y el clima se comporta de manera distinta. La industrialización, con el uso masivo de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas) y todas las actividades humanas derivadas, como el transporte o el uso intensivo de la agricultura y la ganadería, contribuyen desde el siglo XIX a incrementar estos gases.

El aumento de los GEI se asocia también a otros problemas antropogénicos (causados por el ser humano) para el medio ambiente. La deforestación ha limitado la capacidad regenerativa de la atmósfera para eliminar el dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales GEI.

Los científicos han descubierto que no todos los gases producen el mismo efecto, por lo que han elaborado unos parámetros para medir su influencia real: su impacto se expresa en cantidades de CO₂ equivalente. Así se ha descubierto que el metano es un gas con un efecto invernadero más potente en términos absolutos que el CO₂. Sin embargo, las actividades humanas como el transporte o la industria emiten tal cantidad de CO₂, que su contribución final en el efecto invernadero es mayor que la del metano.

A medida que se conocen más datos, los expertos subrayan que la proporción en el efecto definitivo de estos GEI podría oscilar. Se apunta a la industria o al transporte como los principales responsables del aumento de estos gases, pero las actividades agropecuarias tendrían un efecto más importante del que parece. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) recuerda que la ganadería genera óxido nítrico (296 veces más perjudicial que el CO₂) y metano (23 veces más perjudicial que el CO₂). (5)

1.3.2.3 Dióxido de Carbono

De la descomposición química de la margal y la caliza, el químico escocés Joseph Black, en el siglo XVIII, obtuvo un gas al que denominó "aire fijo".

Más adelante, el también químico Antoine Lavoisier, que sentó las bases de la química moderna, en uno de sus experimentos sobre combustión, identificó a un gas de las mismas características que el "aire fijo" de Joseph Black y que denominó dióxido de carbono.

El dióxido de carbono es un gas incoloro, inodoro y con un sabor ácido. Su estructura molecular está compuesta de un átomo de carbono unido a dos átomos de oxígeno, es decir, según la nomenclatura química, CO₂. Su densidad es, más o menos, 1,5 veces más densa que el aire y se disuelve en el agua en una proporción de un 0,9 de volumen del gas por volumen de agua, siempre a 20 grados centígrados.

El dióxido de carbono ha estado siempre presente en la naturaleza y es imprescindible para su equilibrio, el cual, se consigue a través del llamado "ciclo del carbono", donde, durante un largo periodo de tiempo, se producen, en un proceso biogeoquímico, una serie de transformaciones del CO₂ esenciales para la regulación del clima y la vida en la tierra.

1.3.2.3.1 CICLO DEL CARBONO

El "ciclo del carbono" comprende, en primer lugar, un ciclo biológico donde se producen unos intercambios de carbono (CO₂) entre los seres vivos y la atmósfera. La retención del

carbono se produce a través de la fotosíntesis de las plantas, y la emisión a la atmósfera, a través de la respiración animal y vegetal. Este proceso es relativamente corto y puede renovar el carbono de toda la tierra en 20 años.

En segundo lugar, tenemos un ciclo biogeoquímico más extenso que el biológico y que regula la transferencia entre la atmósfera y los océanos y suelo (litosfera).

El CO₂ emitido a la atmósfera, si supera al contenido en los océanos, ríos, etc. es absorbido con facilidad por el agua convirtiéndose en ácido carbónico. Este ácido influye sobre los silicatos que constituyen las rocas y se producen los iones bicarbonato. Los iones bicarbonato son asimilados por los animales acuáticos en la formación de sus tejidos. Una vez que estos seres vivos mueren quedan depositados en los sedimentos de los fondos marinos. Finalmente, el CO₂ vuelve a la atmósfera durante las erupciones volcánicas al fusionarse en combustión las rocas con los restos de los seres vivos.

En algunas ocasiones la materia orgánica queda sepultada sin producirse el contacto entre ésta y el oxígeno lo que evita la descomposición y, a través de la fermentación, provoca la transformación de esta materia en carbón, petróleo y gas natural.

1.3.2.3.2 PRODUCCIÓN HUMANA DE CO₂.

Hemos visto, a grandes rasgos, el proceso que sigue el ciclo del carbono y que durante millones de años ha sido utilizado por la naturaleza para su equilibrio atmosférico y el mantenimiento de una temperatura cálida en el planeta. Ahora bien, como todos sabemos, durante los últimos doscientos años, desde la revolución industrial y a causa de la combustión de fósiles y biomasa (petróleo, carbón, incendios, etc.), y la progresiva desaparición de los bosques encargados de asumir parte de ese CO₂, la emisión del dióxido de carbono junto con los otros gases (vapor de agua, metano, óxidos de nitrógeno, ozono y clorofluorocarburos) ha aumentado de forma sustancial y provocado un cambio en el equilibrio natural. Este aumento ha producido, de forma directa, el incremento de la

temperatura global y la radicalización de un efecto que se ha dado en llamar Efecto Invernadero. (6)

1.3.2.3.3 PRODUCCIÓN DE CO₂—UNA PERSPECTIVA INTERNACIONAL

En promedio, en 2002, una persona en los Estados Unidos de América usó 10 veces más energía que una persona en China y más de 25 veces lo que una persona en India.

China, India y muchos otros países están desarrollando sus industrias y elevando sus estándares materiales de vida. Si todo el mundo usara hoy tanta energía como una persona promedio en los Estados Unidos, la demanda de energía sería más de cinco veces el nivel actual. Los combustibles fósiles que se consumen en las plantas eléctricas son la principal y única fuente de CO₂ producido por el ser humano, luego le siguen el transporte y la industria.

Para el año 2025, se estima que la población mundial alcanzará los 7.500 millones de personas, 1.500 millones más que en 2004. Esta gente va a necesitar energía para cocinar, tener luz, viajar, producir en las industrias y para otros fines.

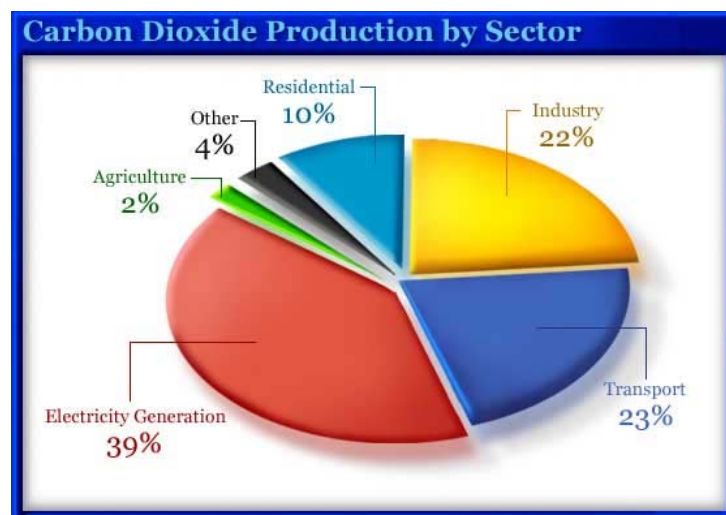


FIGURA No. 2 PRODUCCIÓN DE CO₂ POR SECTOR

El uso de la energía probablemente continuará presentando enormes diferencias de un país a otro, pero casi con seguridad va a aumentar en todos lados. **(18)**

1.4 FOTOSÍNTESIS

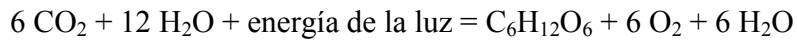
El proceso biológico más importante de la Tierra es la fotosíntesis de las plantas verdes. A partir de ésta se produce prácticamente toda la materia orgánica de nuestro planeta y se garantiza toda la alimentación de los seres vivos.

- De este proceso químico y biológico dependen tres aspectos de suma importancia: Por la fotosíntesis las plantas verdes producen alimentos y materia orgánica para sí mismas y para alimentar a los animales herbívoros, y éstos, a su vez, a los animales carnívoros.
- Se vuelve a utilizar el dióxido de carbono (CO_2) producido por los animales y por los procesos de putrefacción o descomposición. De otra manera el CO_2 saturaría el planeta.
- Se restituye el oxígeno al aire y se hace posible la respiración.

Las plantas verdes poseen en su estructura celular orgánulos especiales denominados cloroplastos, que tienen la cualidad de llevar a cabo reacciones químicas conocidas como fotosíntesis, o sea, de realizar síntesis con ayuda de la luz solar.

La fotosíntesis consiste en los siguientes procesos:

- ✓ El dióxido de carbono (CO_2) es absorbido por los estomas de las hojas, y junto con el agua (H_2O), que es absorbida por las raíces, llegan a los cloroplastos, donde con ayuda de la energía de la luz se produce la glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).
- ✓ Durante esta reacción se produce oxígeno (O_2), que es emitido al aire o al agua y es utilizado para la respiración de otros seres vivos. La fórmula sencilla de la reacción química es la siguiente:



Esto significa que se usan 6 moléculas de dióxido de carbono (CO_2) más 12 moléculas de agua (H_2O) más energía de la luz para producir una molécula de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) más 6 de oxígeno (O_2) y quedan 6 moléculas de agua (H_2O).

- ✓ A partir de la glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) un azúcar muy común en las frutas, se producen la sacarosa, el almidón, la celulosa, la lignina o madera y otros compuestos, que son la base de los alimentos para las plantas mismas y para los herbívoros.

Mediante el proceso de la fotosíntesis la energía solar es acumulada en forma de compuestos químicos, que al ser consumidos por los seres vivos liberan esa energía y sirven para mantener los procesos vitales en las células (calor, movimiento, etc.).

De la fotosíntesis depende la alimentación de todos los seres vivos sobre la Tierra, incluido el hombre, en forma directa (herbívoros) o indirecta (carnívoros, carroñeros, detritívoros, etc.). Sin plantas verdes no sería posible la existencia ni de los animales ni de los seres humanos. Es más, las fuentes de energía orgánica (carbón, petróleo, gas natural y leña) no son otra cosa que energía solar acumulada y liberada en los procesos de combustión, mediante la cual se mueve en gran parte la sociedad moderna (vehículos, cocinas, fábricas, etc.). (7)

1.5 BIOMASA

Se denomina biomasa a toda la materia orgánica que se encuentra en la tierra. Como fuente de energía presenta una enorme versatilidad, permitiendo obtener mediante diferentes procedimientos tanto combustibles sólidos como líquidos o gaseosos. De origen vegetal o animal, que incluye los materiales que proceden de la transformación natural o artificial. Cualquier tipo de biomasa proviene de la reacción de la fotosíntesis vegetal, que sintetiza sustancias orgánicas a partir del CO_2 del aire y de otras sustancias simples, aprovechando la energía del sol.

La energía que se puede obtener de la biomasa proviene de la luz solar, la cual gracias al proceso de fotosíntesis, es aprovechada por las plantas verdes mediante reacciones químicas en las células, las que toman CO_2 del aire y lo transforman en sustancias orgánicas, según una reacción del tipo: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{H-COH}) + \text{O}_2$

En estos procesos de conversión la energía solar se transforma en energía química que se acumula en diferentes compuestos orgánicos (polisacáridos, grasas) y que es incorporada y transformada por el reino animal, incluyendo al ser humano, el cual invierte la transformación para obtener bienes de consumo. **(15)**

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se lo llevó a cabo en el páramo de la Comunidad de Pichán Central, en la parroquia San Isidro, perteneciente al cantón Guano. A 35 km de Riobamba, capital de la provincia de Chimborazo.

A continuación se presenta el cronograma de trabajo que fue diseñado y cumplido a lo largo del desarrollo de la investigación.

CUADRO No. 1 CRONOGRAMA DE TRABAJO

ACTIVIDADES	TIEMPO (meses)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión Bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Determinación del área de estudio	■											
Caracterización de pisos altitudinales	■	■										
Muestreo		■	■	■								
Análisis de muestras en el laboratorio		■	■	■	■	■						
Análisis de resultados							■	■				
Elaboración del Informe									■	■	■	■

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación: La comunidad de Pichán Central se localiza en la parroquia de San Isidro perteneciente al cantón Guano provincia de Chimborazo.

Altitud: está ubicado a 4000 msnm aproximadamente.

Temperatura media anual: calculado entre 9° a 16°C

Precipitación media anual: 500 a 2000 mm.

Clima: Frío paramal

2.1.1 LÍMITES

Norte: Cantón Quero - Provincia de Tungurahua

Sur: Cantón Guano - Provincia de Chimborazo

Este: Cantón Quero - Provincia de Tungurahua

Oeste: Cantón Quero - Provincia de Tungurahua

2.1.2 MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO

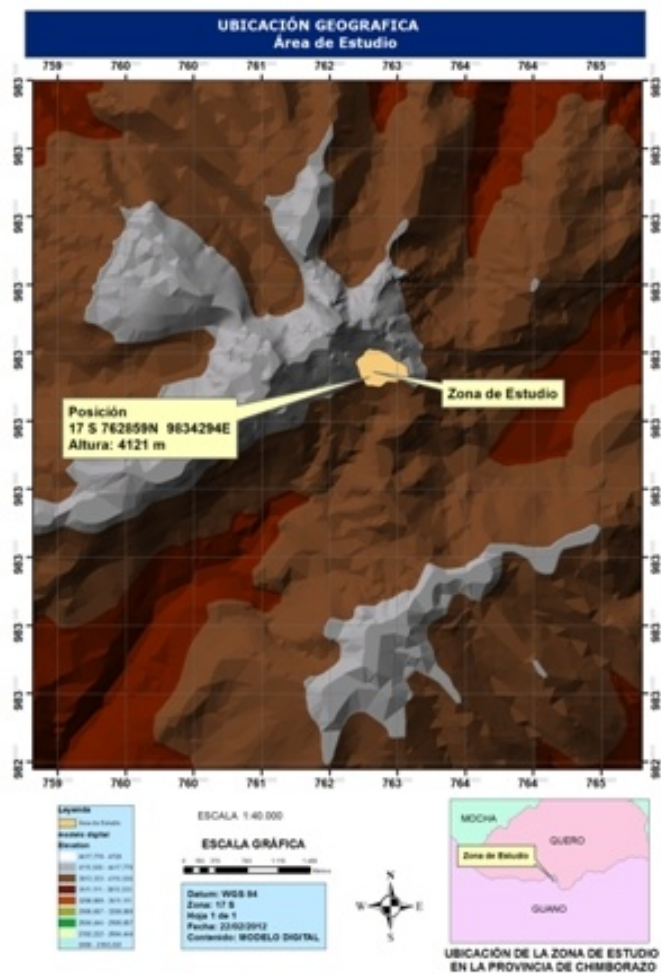


FIGURA No. 3 MAPA DE PICHÁN CENTRAL

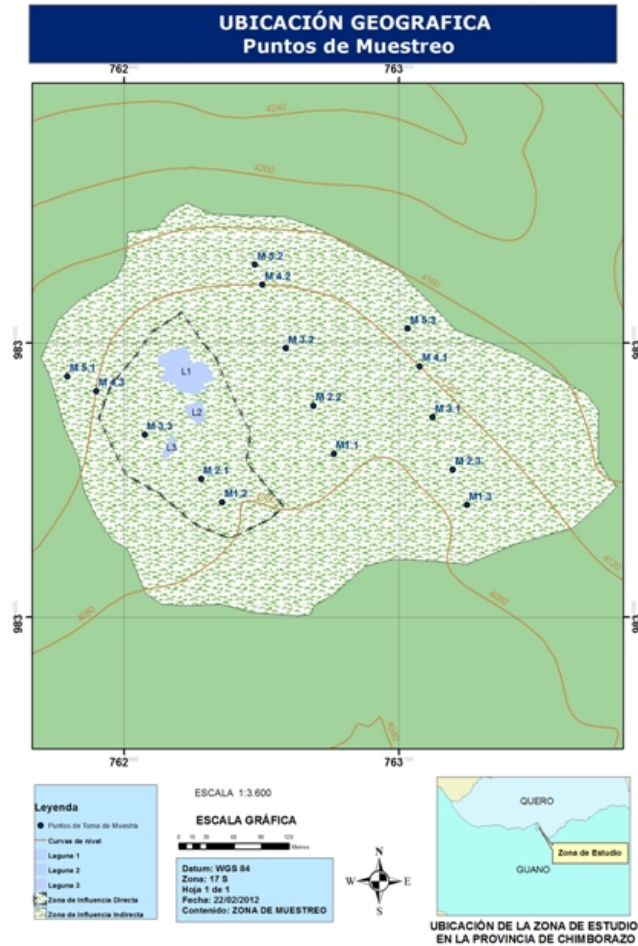


FIGURA No.4 MAPA DEL RELIEVE DE PICHÁN CENTRAL

2.1.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Población:** Páramo de la Comunidad Pichán Central, Parroquia San Isidro, Cantón Guano, Provincia Chimborazo.
- **Muestreo:** Comunidad Pichán Central.
- **Muestra:** Biomasa (Paja, Paja Raíz, Almohadilla, Almohadilla Raíz) y Suelo (0-70 cm y 70-120 cm de profundidad) de los diferentes pisos altitudinales de la Comunidad Pichán Central.

2.2 METODOLOGÍA DE MUESTREO

La toma de muestras se realizó en el páramo de la Comunidad de Pichán Central, esto es la extracción de Biomasa (Paja, Paja Raíz, Almohadilla, Almohadilla Raíz), y Suelo en dos diferentes profundidades (0-70 cm y 70-120cm de profundidad); posteriormente dichas muestras fueron trasladadas a la ciudad de Riobamba para iniciar con el proceso de pre tratamiento. Finalmente las muestras procesadas fueron llevadas a los laboratorios de Química Analítica de la Facultad de Ciencias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo donde se realizaron todos los análisis de laboratorio.

2.2.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.2.1.1 Métodos

2.2.1.1.1 GEOREFERENCIACIÓN DEL PÁRAMO DE LA COMUNIDAD DE PICHÁN CENTRAL.

Se planificaron salidas de campo una vez por semana, esto debido a la facilidad y factibilidad del medio para poder trasladarse, georeferenciar y tomar las muestras respectivas. Gracias al uso de un dispositivo GPS se pudo tomar los puntos necesarios para luego por medio de un software requerido delinear un área representativa y delimitarla para el estudio; se pudo considerar 2 zonas específicas.

Zona de influencia indirecta, con una extensión de 18,584 ha y una zona de influencia directa con 2,693 ha. Esto es, en base a los humedales, pisos altitudinales, y con el criterio de abarcar una zona representativa, dentro del límite cantonal.

2.2.1.1.2 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Una vez que se determinó una zona específica y conociendo la extensión real de páramo, objeto del estudio, se seleccionó puntos cada 10 m de distancia en forma ascendente de una

forma tal que cubramos todo el sector, comenzamos desde los 4 090 msnm y terminamos en el punto más alto a los 4130 msnm.



FOTOGRAFÍA No.3 GEOREFERENCIACIÓN

2.2.1.1.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS A TOMAR

Se delimitó y caracterizó las diferentes altitudes y puntos de muestreo, esto con la finalidad de encontrar lugares accesibles y que contengan los estratos necesarios para el posterior análisis, tratando en lo posible de abarcar toda la zona, es así que, se decidió realizar un muestreo aleatorio, tomando 3 muestras en cada piso altitudinal, variando las

distancias y condiciones tanto de biomasa como de suelo, obteniendo un total de 15 muestras que serán tratadas y analizadas. (Ver figura No.4)

2.2.1.1.4 TOMA DE MUESTRAS

Debido a las condiciones ambientales y de acceso se decidió traer una muestra por semana en cada salida de campo, esto es 4 muestras por mes.

Se usaron fundas plásticas para traer las muestras: fundas de (58x71) cm para biomasa, o sea paja y almohadillas.



FOTOGRAFÍA No.4 TOMA DE MUESTRA DE PAJA



FOTOGRAFÍA No.5 TOMA DE MUESTRA DE ALMOHADILLA

Y fundas ziploc de (17.7x19.5) cm para las muestras de suelo.



FOTOGRAFÍA No.6 TOMA DE MUESTRA DE SUELO

Dichas fundas fueron previamente rotuladas para posteriormente ser identificadas. Luego procedimos a tomar las muestras las cuales se hicieron bajo 2 instancias:

1.- Biomasa.- Para Biomasa extraeremos 4 tipos de muestras diferentes que en éste caso son: Paja, Paja Raíz, Almohadilla, Almohadilla Raíz. Las cuales están a 4 alturas diferentes;

TABLA No 7. MUESTREO DE BIOMASA

Paja	(0 – 50) cm sobre el suelo aproximadamente.
Paja raíz	(0 – 5) cm bajo el suelo aproximadamente.
Almohadilla	(0 – 7) cm sobre el suelo aproximadamente.
Almohadilla Raíz	(0 – 8) cm bajo el suelo aproximadamente.

Pudiendo identificar 2 tipos de Biomasa, la una aérea y la otra terrestre.

2.- Suelo.- Con el barreno extraemos 2 muestras de Suelo a diferentes profundidades;

TABLA No 8. MUESTREO DE SUELO

Suelo 1	(0 – 70) cm de profundidad aproximadamente.
Suelo 2	(70 – 120) cm de profundidad aproximadamente.

Todo éste proceso lo repetiremos 3 veces en cada piso altitudinal y con 3 réplicas en el laboratorio.

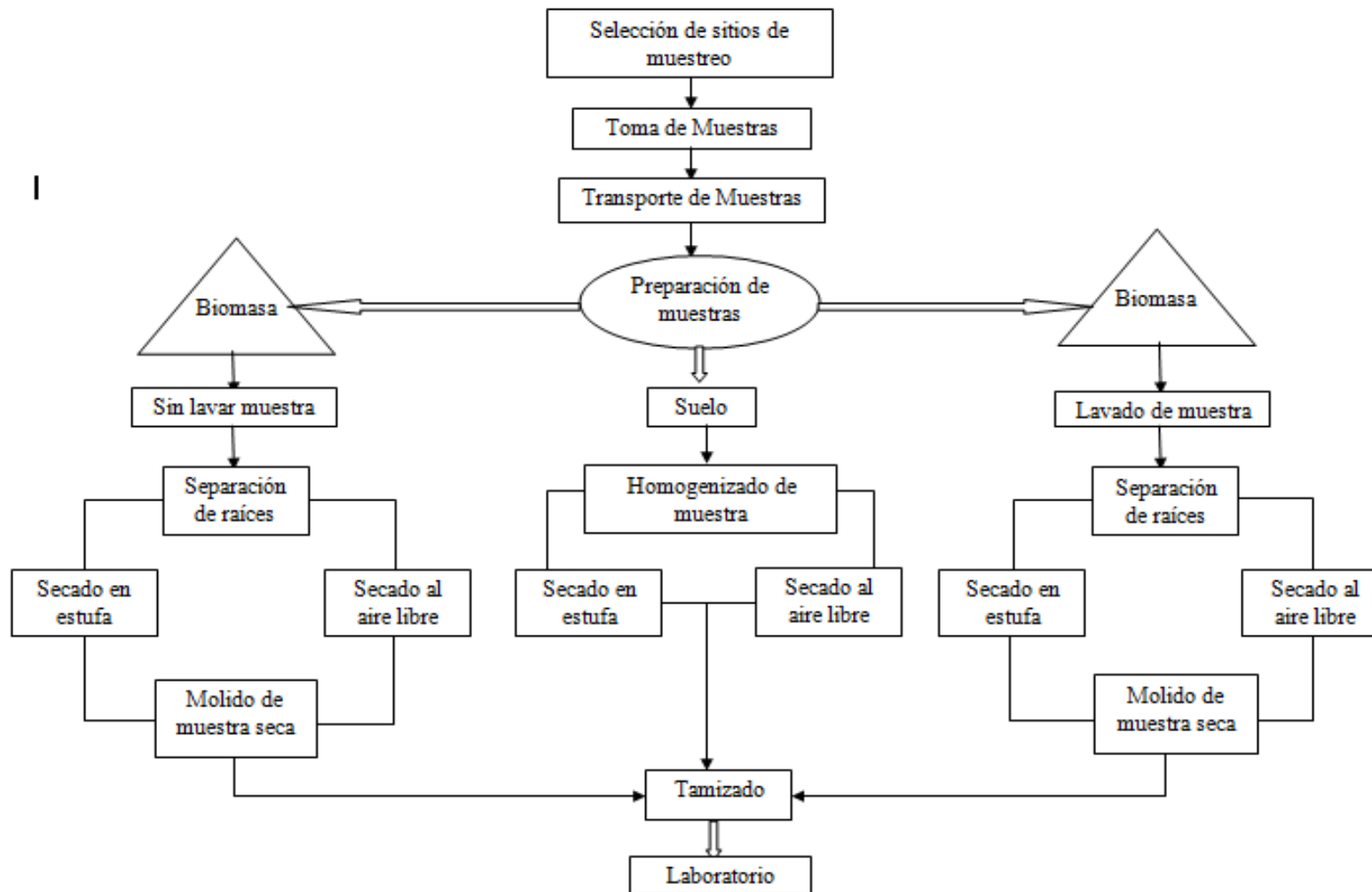
En primera instancia, una parte de las muestras fue tratada, tal cual fueron extraídas, y la otra con un lavado. De la misma forma el secado fue realizado en 2 maneras, una en la estufa de 25 a 30 °C y la otra parte fue secada al aire libre.



FOTOGRAFÍA No.7 SECADO DE MUESTRAS

En función a la variabilidad de resultados y facilidad en el pre tratamiento, se hizo el ajuste del método, y se decidió, lavar la muestra y secarlo al aire libre. Así se evita mezclar la biomasa con el suelo, y en cuanto al secado, al aire libre no se pierde la materia orgánica.

2.2.1.1.5 Proceso de muestreo y preparación de la muestra



2.2.1.1.6 Diseño experimental de resultados.

A continuación se observa el en cuadro No 2 el formato que se seguirá para anotar los resultados parciales de absorbancias y promedios respectivos para cada sustrato.

CUADRO No. 2 CUADRO DE RESULTADOS DE ABSORBANCIAS

	Muestra # xA			Promedio (A)	Muestra # xB			Promedio (B)	Muestra # xC			Promedio C
	r1	r2	r3		r1	r2	r3		r1	r2	r3	
Paja												
Paja raíz												
Almohadilla												
Almohadilla raíz												
Suelo 1												
Suelo 2												

2.2.1.2 Técnicas

2.2.1.2.1 INTRODUCCIÓN

El método de Walkley-Black, ha sufrido diversas modificaciones, siempre con la finalidad de mejorar la precisión de los valores obtenidos. Graham (1948), fue el primero en sustituir la valoración por la técnica colorimétrica para los análisis rutinarios, usando el verde del ion Cr^{+3} reducido como una medida directa de la cantidad de carbono oxidado.

En algunos laboratorios usaron la digestión húmeda del método de Walkley - Black, con la técnica de valoración para determinar el contenido de carbono orgánico de muestras. Aún cuando existían algunas variantes en la metodología aplicada en cada uno de los laboratorios, el denominador común manifestado por los operadores estuvo en la dificultad para lograr determinar el punto final de la valoración. Dada esta problemática, surgió la posibilidad de implementar la técnica colorimétrica como alternativa, pero previo a una comprobación experimental entre procedimientos.

El procedimiento colorimétrico, por ser espectrofométrico, proporciona precisión, exactitud, comodidad y rapidez (Soon *et. al.*, 1991).

2.2.1.2.2 TÉCNICA COLORIMÉTRICA

La técnica colorimétrica tiene la ventaja de un menor consumo de reactivos y de reducir las fuentes de error. Dicha técnica se basa en la ley de Lambert Beer que señala:

“La absorbancia de una solución es directamente proporcional a la concentración y a la longitud del paso de la luz”.

$$A = e \cdot b \cdot c$$

Siendo:

A: absorbancia. No tiene unidades.

e: el coeficiente de extinción molar, también llamado coeficiente de absorción. Es constante para un compuesto dado siempre que se fijen condiciones de longitud de onda, de pH, de temperatura, de solventes, etc. Sus unidades son $l / (mol \cdot cm)$.

b: es la longitud de paso de la luz, en cm.

c: es la concentración del absorbente. Se mide en mol/L.

La aplicación práctica de la Ley de Beer es, que conociendo la absorbancia de una sustancia podemos averiguar su concentración y esto lo podemos hacer de dos formas:

Por comparación con una solución conocida: si tenemos 2 soluciones, un problema (P) y un estándar (S), podemos establecer la siguiente relación matemática entre ellas:

A través de una curva de calibración: la curva de calibración es la representación gráfica en un eje de coordenadas de la Absorbancia (eje de ordenadas) frente a la Concentración (eje de abscisas). Se ensayan varias soluciones de concentración conocida y se determinan sus A, construyéndose la curva de calibrado, que es una recta. Una vez ensayadas las soluciones

problemas, su concentración se averigua por interpolación de las A de las soluciones problema en la curva de calibración.

Hay que tener en cuenta la LINEALIDAD, que es el intervalo de concentraciones del cromógeno entre las cuales existe una relación lineal entre Absorbancia y Concentración.

Cuando la concentración del cromógeno sobrepasa los límites de linealidad se deja de cumplir la Ley de Beer, convirtiéndose la recta en una curva. La lectura de la Absorbancia fuera de los límites de linealidad se traduce en una concentración falsamente baja de cromógeno. En esta situación, hay que diluir la muestra para que su concentración entre en los límites de la linealidad.

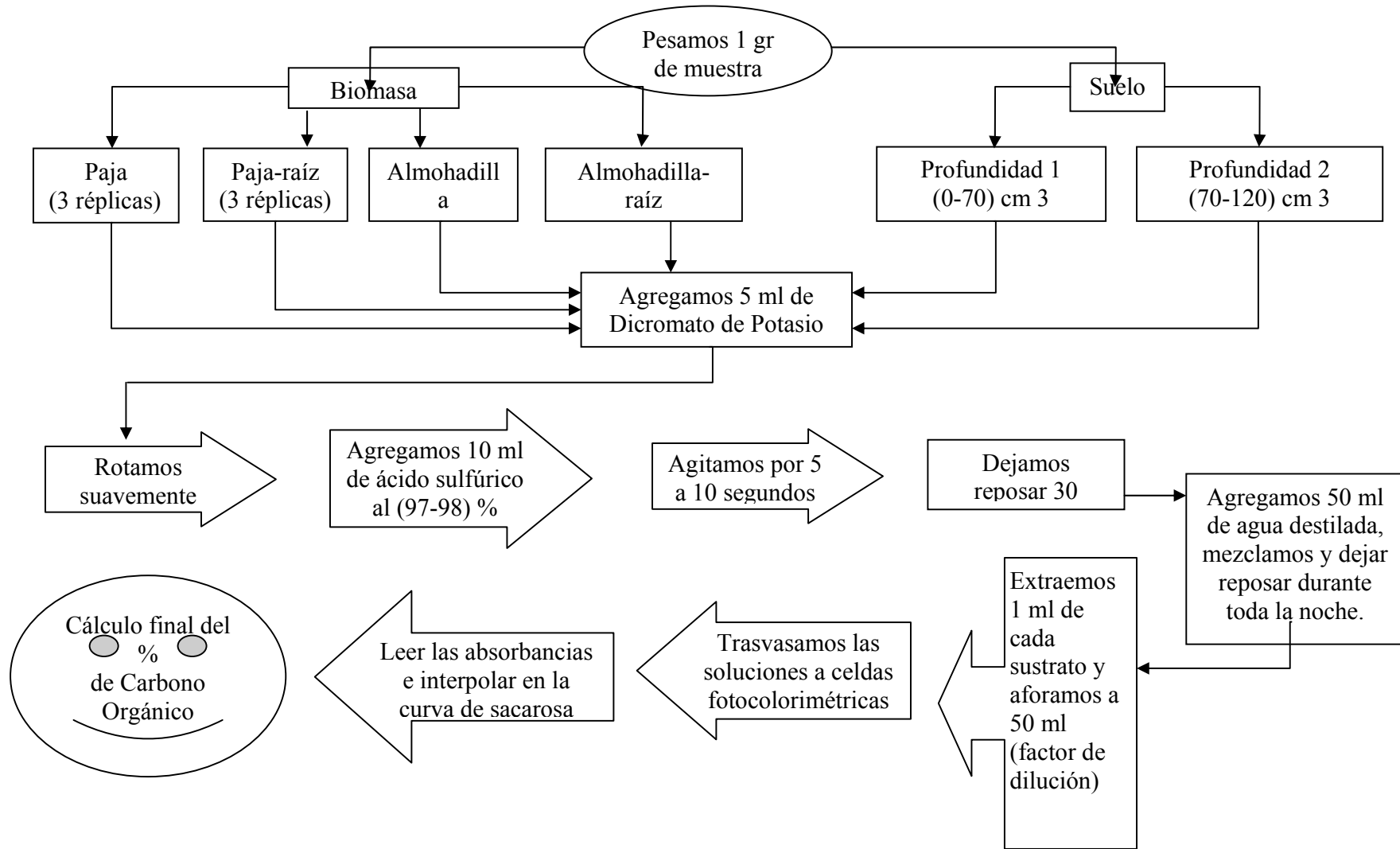
Procedimiento: Pesar 0,5 a 1,0 gr de muestra, después de cernido por un tamiz de 2 mm de diámetro; agregar 5 ml de dicromato de potasio 1N y rotar suavemente; agregar 10 ml de ácido sulfúrico al 97-98 % y agitar por 5 a 10 segundos. Dejar reposar por 30 minutos y agregar 50 ml de agua destilada, mezclar y dejar reposar durante toda la noche. Trasvasar la solución sobrenadante a celdas fotocolorimétricas y leer el porcentaje de transmitancia en un fotocolorímetro, a la longitud de onda de 590 μm .

El porcentaje de carbono orgánico se determina 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, sometidos al mismo proceso de las muestras, y leídos a la misma longitud de onda. El porcentaje de carbono orgánico se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{Carbono Orgánico} = \text{Absorbancia} \times \text{factor de dilución}$$

Gracias a nuestros resultados de absorbancia obtenidos a partir de la Ley de Beer, reemplazamos nuestros valores en la ecuación de regresión de la curva de calibración y multiplicamos por el factor de dilución, obteniendo así nuestro porcentaje de Carbono Orgánico para cada estrato.

2.2.1.2.2.1 Proceso de determinación de Carbono Orgánico en el laboratorio



2.3 MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

2.3.1 MATERIALES

CUADRO No. 3 MATERIALES

Balones aforados de 50 ml	Molino
Balones aforados de 100ml	Estufa
Vasos de precipitación de 100 ml	Pluviómetro
Balón aforado de 250 ml	Anillo de infiltración
Varilla de agitación	Canastillas de papel
Parafim	Guantes quirúrgicos
Papel filtro	Vidrio reloj grande y pequeño
Pipeta de 10 ml	Probeta de 500 ml
Pera	Barreno
Tarjetas de rotulación	Espátula
Marcador	Azadón
Piceta	Tijeras
Fundas plásticas de (58x71) cm y (17.7x19.5) cm	

2.3.2 REACTIVOS

CUADRO No. 4 REACTIVOS

Dicromato de Potasio 1N	Ácido sulfúrico 97-98 %
Sacarosa	Agua destilada

2.3.3 EQUIPOS

CUADRO No. 5 EQUIPOS

Espectrofotómetro	Balanza analítica
Sorbona	Torre Meteorológica
GPS	

CAPÍTULO III

3. CÁLCULOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 CÁLCULOS

3.1.1 CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES DE SACAROSA

Una vez calculados los gramos necesarios de sacarosa para preparar las soluciones estándar, se realizó el tratamiento respectivo utilizando la técnica colorimétrica que fue utilizada para todas las muestras y posteriormente aforamos con 50ml de agua destilada, para así obtener nuestros resultados dentro de un rango de porcentaje óptimo como se muestran en la tabla No 9.

TABLA No 9. PESO DE LA SACAROSA ENCONTRADA PARA SER UTILIZADO POR UN FACTOR DE DILUCIÓN PARA ENCONTRAR SOLAMENTE EL CONTENIDO DE CARBONO

g/C en las soluciones	Vol. de solución (mL)	Sacarosa (g)	% de Carbono
0	50	0	0.00
0.05	50	0.1187	0.1
0.1	50	0.2375	0.2
0.15	50	0.3562	0.3
0.2	50	0.475	0.4
0.3	50	0.7125	0.6
0.4	50	1	0.8
0.5	50	1.19	1

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

3.1.2 CÁLCULOS DE PORCENTAJE DE CARBONO ORGÁNICO

3.1.2.1 Cálculos del porcentaje de Carbono Orgánico en la muestra #1.

Tanto a las muestras de biomasa como a las de suelo lógicamente se le da el mismo tratamiento que al estándar, aplicando la técnica colorimétrica y luego se mide la absorbancia para obtener el porcentaje de carbono en cada muestra, aplicando la ecuación de la recta siguiente; la misma que se obtuvo a partir de los resultados de las absorbancias de las muestras estándar.

$$y = 0.0064x - 1e^{-05}$$

$$x = \frac{y + 1e^{-05}}{0.0064}$$

En (y) reemplazamos los diferentes valores de absorbancia tanto de Biomasa y Suelo de todos los pisos altitudinales, (x) es el valor encontrado que corresponde al valor de Carbono Orgánico, posteriormente multiplicamos por el factor de dilución indicado en la técnica y tenemos a continuación los cálculos respectivos para la Biomasa en la muestra #1:

- Paja

$$x_p = \frac{0.0017 + 1e^{-05}}{0.0064}$$

$$x_p = 0.2682 * 50$$

$$x_p = 13.41 \%$$

- Paja raíz

~ 57 ~

$$x_{Pr} = \frac{0.0017 + 1e^{-05}}{0.0064}$$

$$x_{Pr} = 0.2683 * 50$$

$$x_{Pr} = 13.41 \%$$

- Almohadilla

$$x_A = \frac{0.0030 + 1e^{-05}}{0.0064}$$

$$x_A = 0.4766 * 50$$

$$x_A = 23.83 \%$$

- Almohadilla raíz

$$x_{Ar} = \frac{0.0027 + 1e^{-05}}{0.0064}$$

$$x_{Ar} = 0.4245 * 50$$

$$x_{Ar} = 21.22 \%$$

Para el caso del suelo en la muestra #1 tenemos los siguientes cálculos:

- Suelo 1

~ 58 ~

$$x_{S1} = \frac{0.0027 + 1e^{-05}}{0.0064}$$

$$x_{S1} = 0.4245 * 50$$

$$x_{S1} = 21.22 \%$$

- Suelo 2

$$x_{S2} = \frac{0.0011 + 1e^{-05}}{0.0064}$$

$$x_{S2} = 0.1814 * 50$$

$$x_{S2} = 9.07 \%$$

Donde:

x_p = Carbono orgánico en el sustrato paja

x_{pr} = Carbono orgánico en el sustrato paja raíz

x_A = Carbono orgánico en el sustrato Almohadilla

x_{Ar} = Carbono orgánico en el sustrato Almohadilla raíz

x_{S1} = Carbono orgánico en el sustrato Suelo 1 (0-70) cm de profundidad

x_{S2} = Carbono orgánico en el sustrato Suelo 2 (70-120) cm de profundidad.

Se realizó los mismos cálculos para los 5 pisos altitudinales teniendo los siguientes resultados.

TABLA No 10. RESULTADOS EN LOS DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES

MUESTRA	CARBONO ORGÁNICO (%)					
	BIOMASA				SUELO	
	Paja	Paja raíz	Almohadilla	Almohadilla Raíz	Suelo 1	Suelo 2
Muestras # 1	13.41	13.41	23.83	21.22	21.22	9.07
Muestras # 2	15.32	21.22	40.32	21.22	24.5	14.95
Muestras # 3	29.04	29.04	48.13	37.72	42.06	34.24
Muestras # 4	38.59	39.45	49.87	44.66	42.93	39.45
Muestras # 5	38.59	45.53	53.34	49.87	43.79	39.45

3.2 RESULTADOS

3.2.1 RESULTADOS DE ABSORBANCIA A PARTIR DE SOLUCIONES DE SACAROSA

3.2.1.1 Absorbancia de las muestras estándar

Una vez preparadas y tratadas nuestras muestras estándar, con su respectiva concentración, procedemos a medir la Absorbancia, y obtenemos los siguientes resultados que se muestran en la tabla No 8.

TABLA No 11. RESULTADOS DE LA ABSORBANCIA.

% Carbono	Absorbancia
0	0
0.1	0
0.2	0.001
0.3	0.002
0.4	0.003
0.6	0.004
0.8	0.005
1	0.006

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

3.2.1.2 Gráfica de la curva de calibración de la Absorbancia vs Porcentaje de Carbono

Una vez que obtuvo los resultados de absorbancia se procedió a graficar y a unir los puntos y se obtuvo el gráfico No 1 que se observa a continuación.

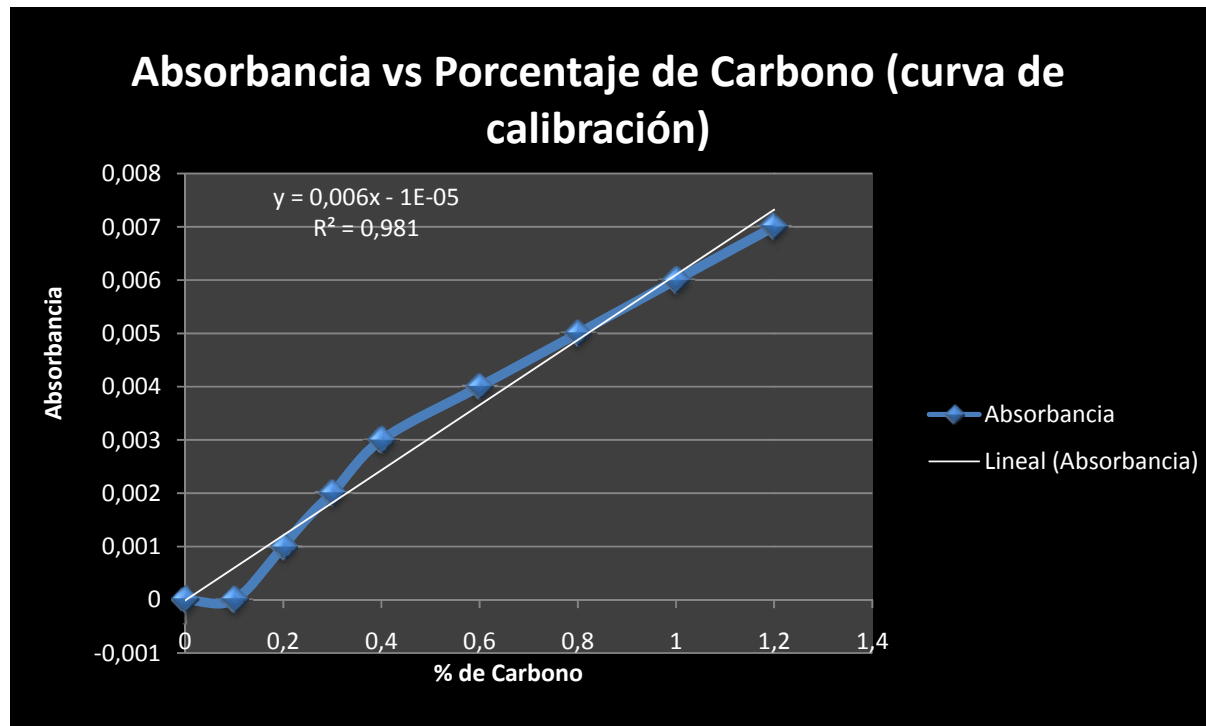


GRÁFICO No 1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ABSORBANCIA VS PORCENTAJE DE CARBONO

3.2.2 RESULTADOS DE LA MUESTRA # 1

Una vez procesadas las muestras y sus respectivas réplicas en el laboratorio, se procedió a leerlas en el espectrofotómetro y se obtuvo un promedio parcial de absorbancias y posteriormente un promedio total, como se observa en la tabla No 12.

TABLA No 12. PROMEDIOS DE ABSORBANCIAS DE LA MUESTRA # 1

Muestra # 1. (4090 msnm)													
	Muestra # 1A				Muestra # 1B				Muestra # 1C				
	r 1	r 2	r 3	Promedio (A)	r 1	r 2	r 3	Promedio (B)	r 1	r 2	r 3	Promedio C	Promedio Abs. Total
Paja	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.0017	0.001	0.002	0.001	0.0013	0.0017
Paja raíz	0.002	0.002	0.002	0.0020	0.002	0.002	0.001	0.0017	0.001	0.001	0.002	0.0013	0.0017
Almohadilla	0.002	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.002	0.0030	0.003	0.004	0.002	0.0030	0.0030
Almohadilla raíz	0.003	0.003	0.002	0.0027	0.003	0.002	0.003	0.0027	0.003	0.003	0.002	0.0027	0.0027
Suelo 1	0.002	0.003	0.003	0.0027	0.003	0.003	0.002	0.0027	0.003	0.002	0.003	0.0027	0.0027
Suelo 2	0.001	0.001	0.001	0.0010	0.001	0.001	0.001	0.0010	0.002	0.001	0.001	0.0013	0.0011

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

Posteriormente gracias a los cálculos respectivos se pudo encontrar el valor de carbono, que multiplicado por el factor de dilución, se obtuvo el porcentaje de Carbono en cada uno de los estratos, así también su respectiva gráfica como se observa a continuación.

TABLA No 13. PORCENTAJE DE CARBONO EN LA MUESTRA #1.

	Promedio Abs. Total	Valoración de Carbono (% de Carbono)	Factor de dilución (mL)	Porcentaje de Carbono (%)
Paja	0.0017	0.2682	50	13.41
Paja raíz	0.0017	0.2682	50	13.41
Almohadilla	0.0030	0.4766	50	23.83
Almohadilla raíz	0.0027	0.4245	50	21.22
Suelo 1	0.0027	0.4245	50	21.22
Suelo 2	0.0011	0.1814	50	9.07

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

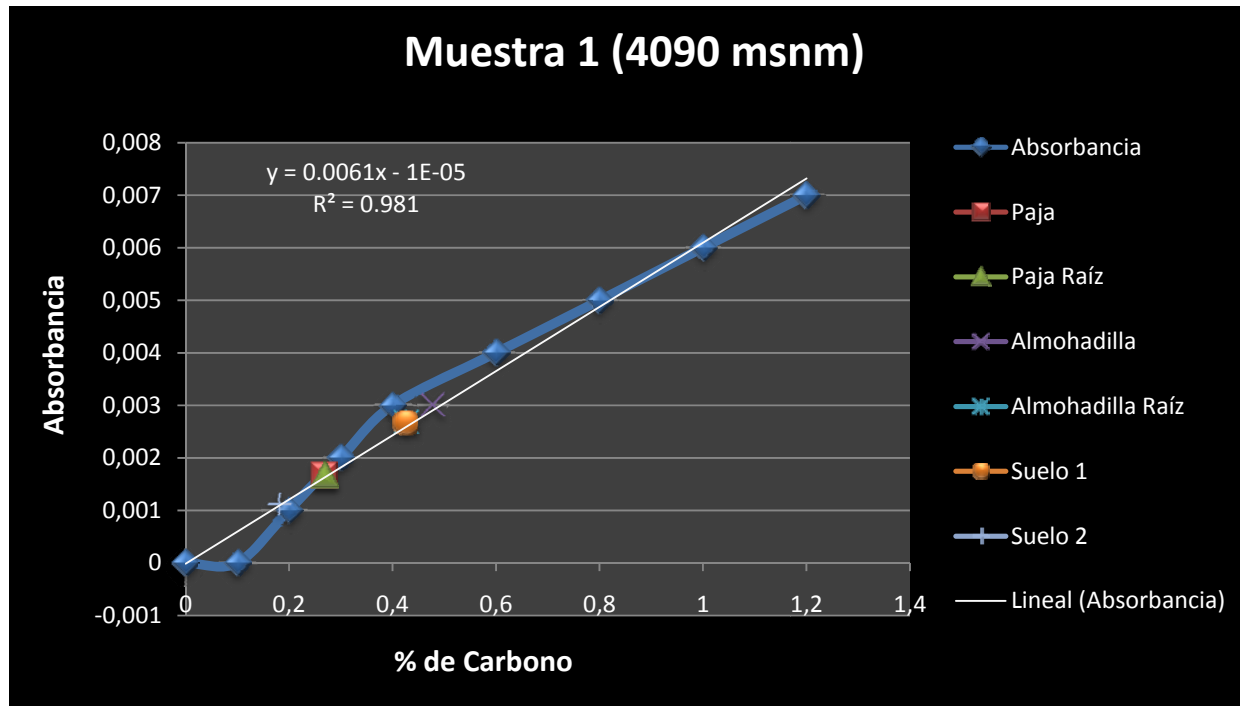


GRÁFICO No 2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LA INTERPOLACIÓN DE LAS ABSORBANCIAS DE BIOMASA Y SUELO CON LA CURVA DE CALIBRACIÓN DE LA MUESTRA # 1.

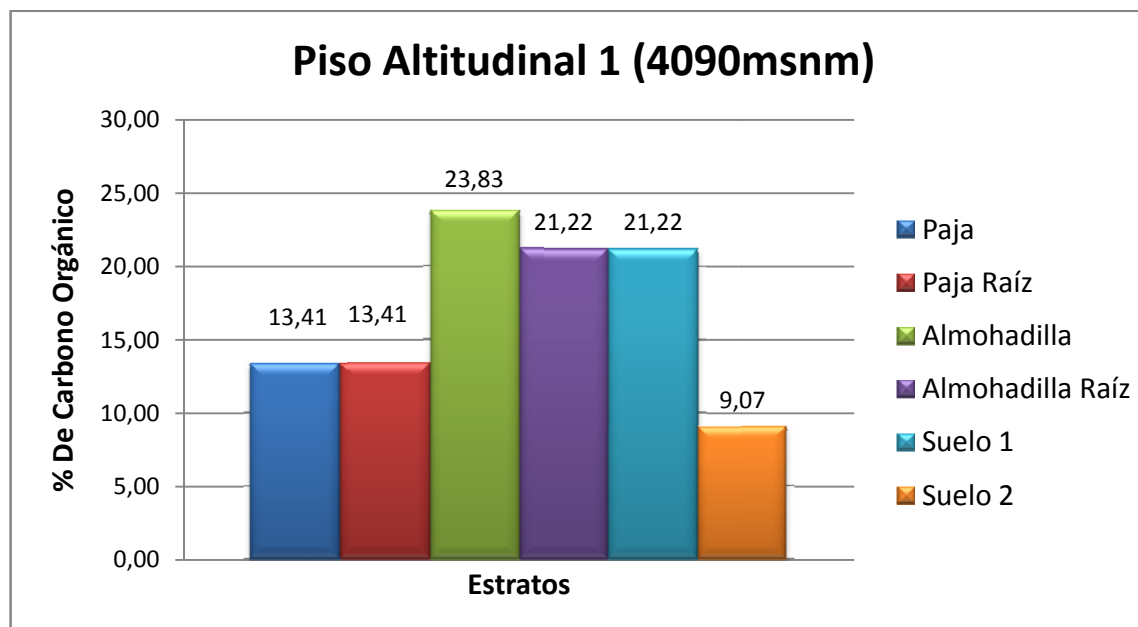


GRÁFICO No 3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE CARBONO EN LOS DIFERENTES ESTRATOS EN LA MUESTRA # 1.

3.2.3 RESULTADOS DE LA MUESTRA # 2

Una vez procesadas las muestras y sus respectivas réplicas en el laboratorio, se procedió a leerlas en el espectrofotómetro y se obtuvo un promedio parcial de absorbancias y posteriormente un promedio total como se observa en la tabla No 14.

TABLA No 14. PROMEDIOS DE ABSORBANCIAS DE LA MUESTRA # 2.

Muestra # 2. (4100 msnm)													
	Muestra # 2A				Muestra # 2B				Muestra # 2C				Promedio Abs. Total
	r 1	r 2	r 3	Promedio (A)	r 1	r 2	r 3	Promedio (B)	r 1	r 2	r 3	Promedio C	
Paja	0.002	0.002	0.001	0.0017	0.002	0.003	0.001	0.0020	0.002	0.003	0.0012	0.0021	0.0019
Paja raíz	0.003	0.003	0.003	0.0030	0.003	0.003	0.002	0.0027	0.002	0.002	0.003	0.0023	0.0027
Almohadilla	0.005	0.006	0.004	0.005	0.007	0.005	0.003	0.0050	0.007	0.004	0.005	0.0053	0.0051
Almohadilla raíz	0.003	0.002	0.003	0.0027	0.002	0.003	0.002	0.0023	0.003	0.003	0.003	0.0030	0.0027
Suelo 1	0.007	0.006	0.005	0.0060	0.005	0.008	0.006	0.0063	0.007	0.007	0.005	0.0063	0.0062
Suelo 2	0.004	0.004	0.003	0.0037	0.002	0.005	0.004	0.0037	0.004	0.004	0.004	0.0040	0.0038

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

Posteriormente gracias a los cálculos respectivos se pudo encontrar el valor de carbono, que multiplicado por el factor de dilución, se obtuvo el porcentaje de Carbono en cada uno de los estratos, así también su respectiva gráfica como se observa a continuación.

TABLA No 15. PORCENTAJE DE CARBONO EN LA MUESTRA #2.

	Promedio Abs. Total	Valoración de Carbono (% de Carbono)	Factor de dilución (mL)	Porcentaje de Carbono (%)
Paja	0.0019	0.3064	50	15.32
Paja raíz	0.0027	0.4245	50	21.22
Almohadilla	0.0051	0.8064	50	40.32
Almohadilla raíz	0.0027	0.4245	50	21.22
Suelo 1	0.0062	0.9800	25	24.50
Suelo 2	0.0038	0.5981	25	14.95

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

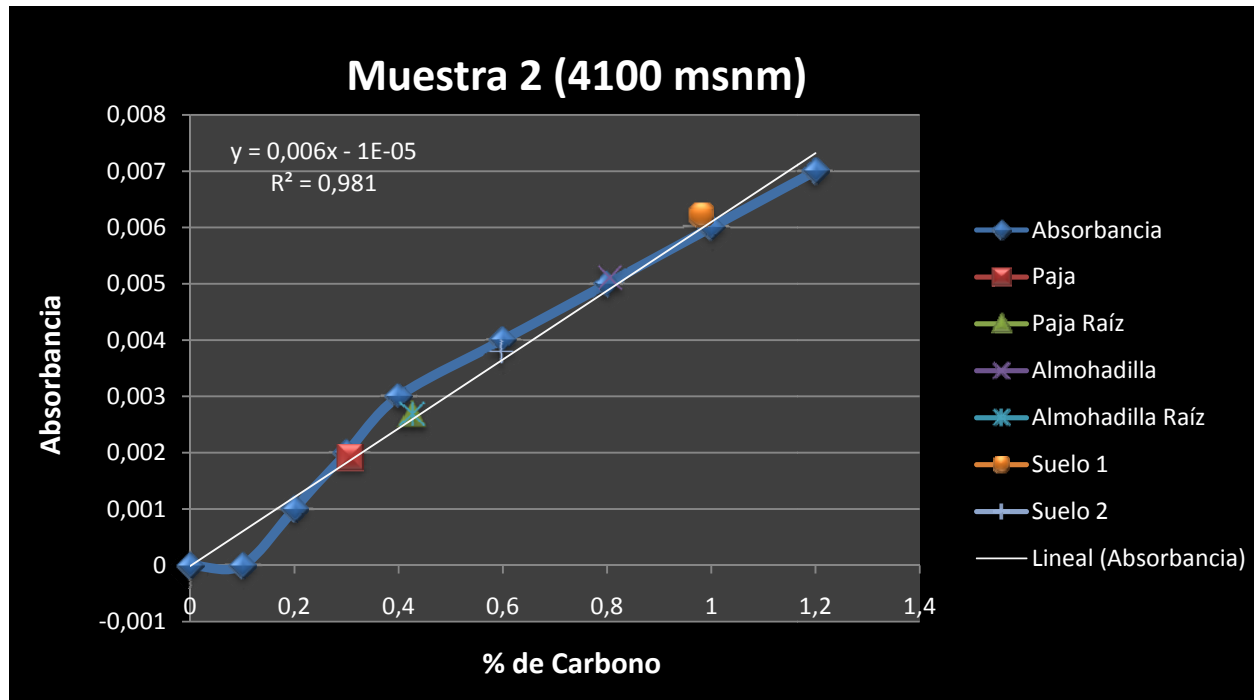


GRÁFICO No 4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LA INTERPOLACIÓN DE LAS ABSORBANCIAS DE BIOMASA Y SUELO CON LA CURVA DE CALIBRACIÓN DE LA MUESTRA # 2.

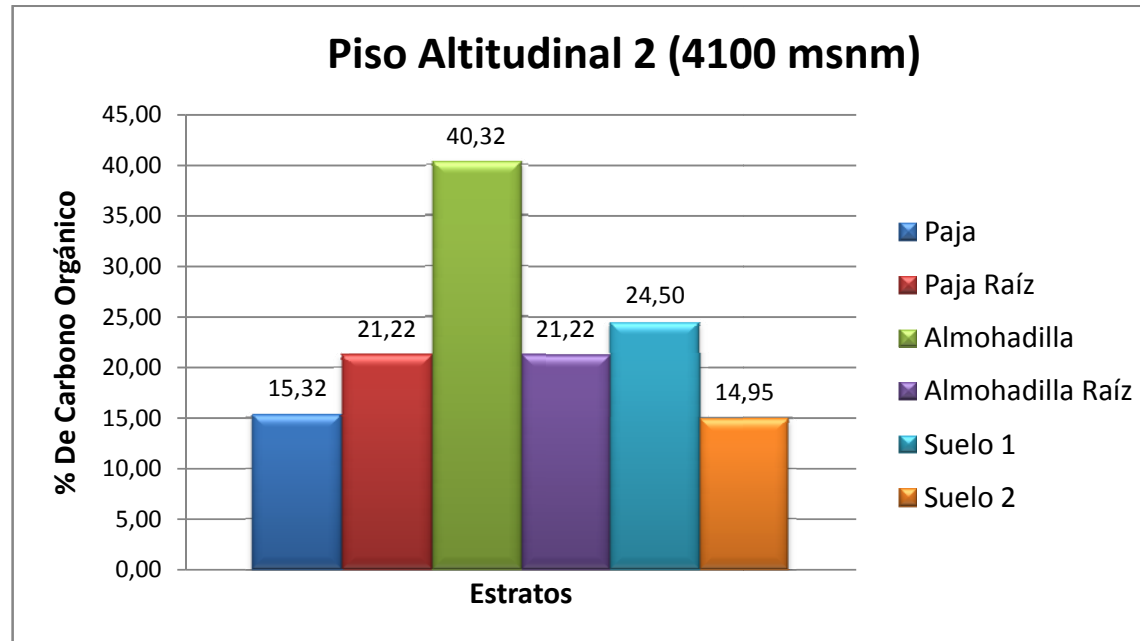


GRÁFICO No 5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE CARBONO EN LOS DIFERENTES ESTRATOS EN LA MUESTRA # 2.

3.2.4 RESULTADOS DE LA MUESTRA # 3

Una vez procesadas las muestras y sus respectivas réplicas en el laboratorio, se procedió a leerlas en el espectrofotómetro y se obtuvo un promedio parcial de absorbancias y posteriormente un promedio total, como se observa en la tabla No 16.

TABLA No 16. PROMEDIOS DE ABSORBANCIAS DE LA MUESTRA # 3.

Muestra # 3. (4110 msnm)													
	Muestra # 3A			Promedio (A)	Muestra # 3B			Promedio (B)	Muestra # 3C			Promedio C	Promedio Abs. Total
	r 1	r 2	r 3		r 1	r 2	r 3		r 1	r 2	r 3		
Paja	0.004	0.003	0.004	0.0037	0.005	0.003	0.003	0.0037	0.003	0.005	0.003	0.0037	0.0037
Paja raíz	0.005	0.003	0.004	0.0040	0.003	0.005	0.003	0.0037	0.003	0.004	0.003	0.0033	0.0037
Almohadilla	0.006	0.006	0.006	0.0060	0.006	0.007	0.006	0.0063	0.005	0.006	0.007	0.0060	0.0061
Almohadilla raíz	0.005	0.005	0.004	0.0047	0.005	0.004	0.005	0.0047	0.004	0.005	0.006	0.0050	0.0048
Suelo 1	0.006	0.005	0.005	0.0053	0.007	0.005	0.004	0.0053	0.006	0.004	0.006	0.0053	0.0053
Suelo 2	0.003	0.006	0.005	0.0047	0.003	0.006	0.004	0.0043	0.003	0.006	0.003	0.0040	0.0043

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

Posteriormente gracias a los cálculos respectivos se pudo encontrar el valor de carbono, que multiplicado por el factor de dilución, se obtuvo el porcentaje de Carbono en cada uno de los estratos, así también su respectiva gráfica como se observa a continuación.

TABLA No 17. PORCENTAJE DE CARBONO EN LA MUESTRA #3.

	Promedio Abs. Total	Valoración de Carbono (% de Carbono)	Factor de dilución (mL)	Porcentaje de Carbono (%)
Paja	0.0037	0.5807	50	29.04
Paja raíz	0.0037	0.5807	50	29.04
Almohadilla	0.0061	0.9627	50	48.13
Almohadilla raíz	0.0048	0.7543	50	37.72
Suelo 1	0.0053	0.8411	50	42.06
Suelo 2	0.0043	0.6849	50	34.24

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

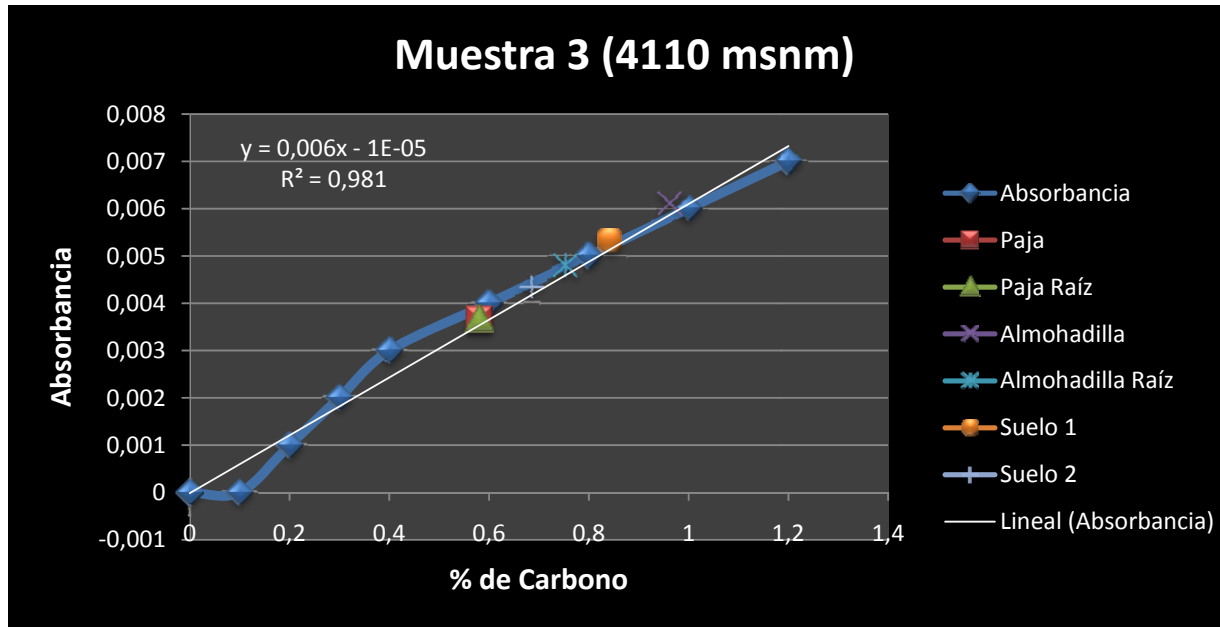


GRÁFICO No 6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LA INTERPOLACIÓN DE LAS ABSORBANCIAS DE BIOMASA Y SUELO CON LA CURVA DE CALIBRACIÓN DE LA MUESTRA # 3.

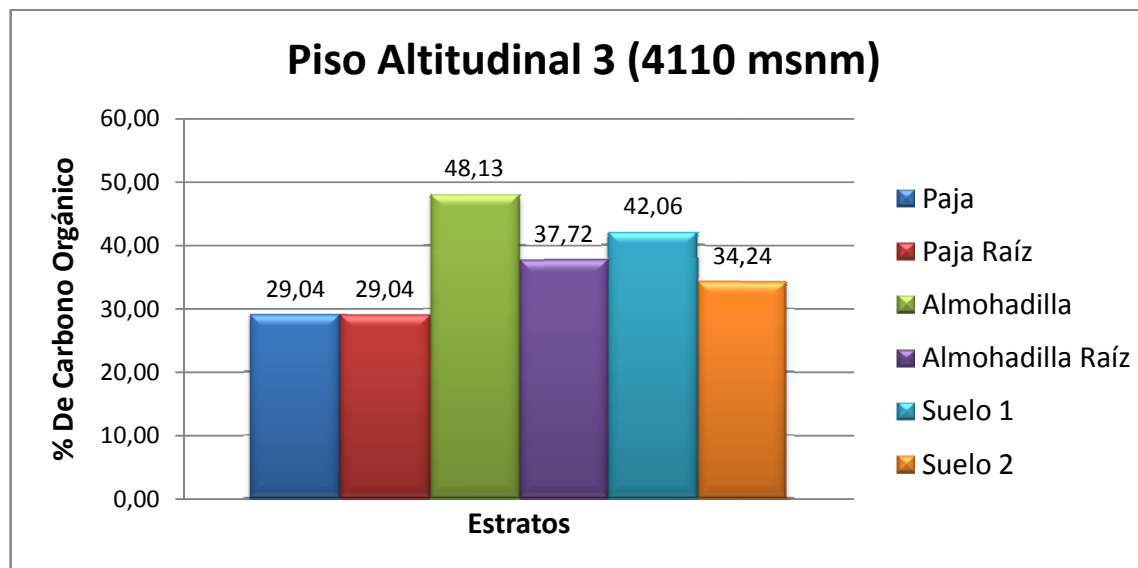


GRÁFICO No 7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE CARBONO EN LOS DIFERENTES ESTRATOS EN LA MUESTRA # 3.

3.2.5 RESULTADOS DE LA MUESTRA # 4

Una vez procesadas las muestras y sus respectivas réplicas en el laboratorio, se procedió a leerlas en el espectrofotómetro y se obtuvo un promedio parcial de absorbancias y posteriormente un promedio total, como se observa en la tabla No 18.

TABLA No 18. PROMEDIOS DE ABSORBANCIAS DE LA MUESTRA # 4.

Muestra # 4. (4120 msnm)													
	Muestra # 4A			Promedio (A)	Muestra # 4B			Promedio (B)	Muestra # 4C			Promedio C	Promedio Abs. Total
	r 1	r 2	r 3		r 1	r 2	r 3		r 1	r 2	r 3		
Paja	0.004	0.005	0.004	0.0043	0.005	0.006	0.004	0.0050	0.006	0.005	0.005	0.0053	0.0049
Paja raíz	0.005	0.004	0.005	0.0047	0.005	0.005	0.006	0.0053	0.004	0.005	0.006	0.0050	0.0050
Almohadilla	0.008	0.004	0.007	0.0063	0.004	0.007	0.008	0.0063	0.007	0.005	0.007	0.0063	0.0063
Almohadilla raíz	0.006	0.005	0.005	0.0053	0.006	0.006	0.005	0.0057	0.006	0.006	0.006	0.0060	0.0057
Suelo 1	0.005	0.006	0.005	0.0053	0.006	0.006	0.005	0.0057	0.005	0.006	0.005	0.0053	0.0054
Suelo 2	0.006	0.005	0.004	0.0050	0.005	0.006	0.005	0.0053	0.004	0.005	0.005	0.0047	0.0050

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

Posteriormente gracias a los cálculos respectivos se pudo encontrar el valor de carbono, que multiplicado por el factor de dilución, se obtuvo el porcentaje de Carbono en cada uno de los estratos, así también su respectiva gráfica como se observa a continuación.

TABLA No 19. PORCENTAJE DE CARBONO EN LA MUESTRA #4.

	Promedio Abs. Total	Valoración de Carbono (% de Carbono)	Factor de dilución (mL)	Porcentaje de Carbono (%)
Paja	0.0049	0.7717	50	38.59
Paja raíz	0.0050	0.7891	50	39.45
Almohadilla	0.0063	0.9974	50	49.87
Almohadilla raíz	0.0057	0.8932	50	44.66
Suelo 1	0.0054	0.8585	50	42.93
Suelo 2	0.0050	0.7891	50	39.45

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

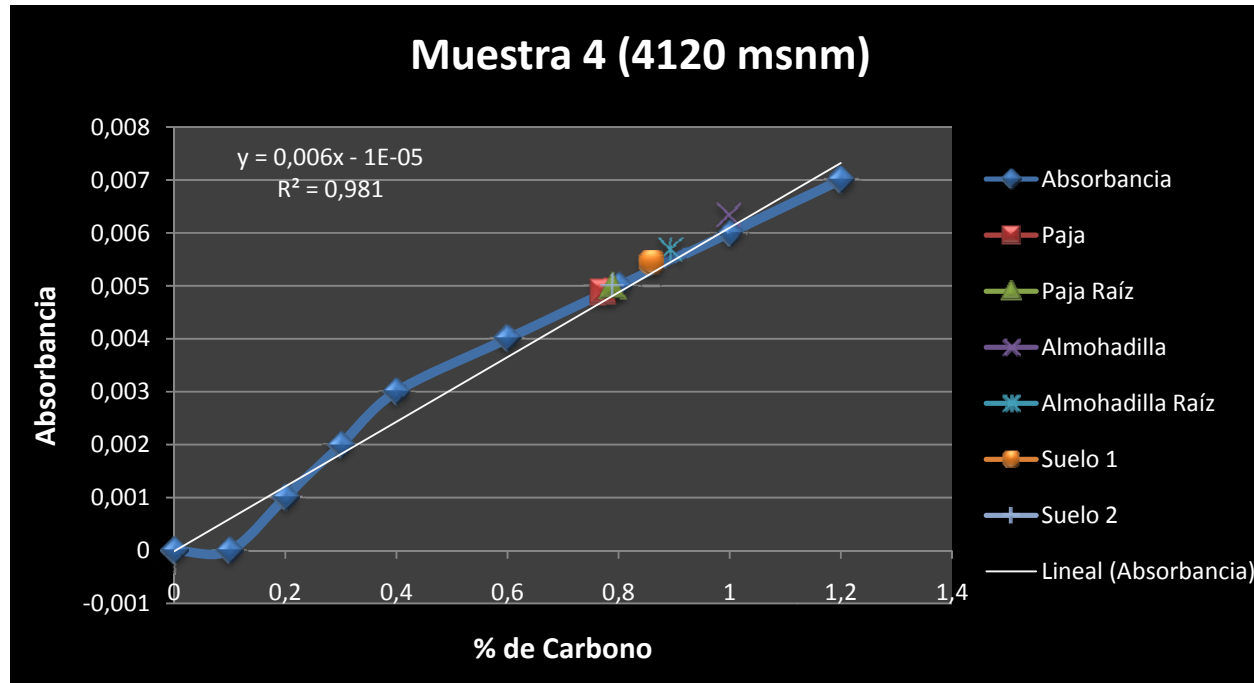


GRÁFICO No 8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LA INTERPOLACIÓN DE LAS ABSORBANCIAS DE BIOMASA Y SUELO CON LA CURVA DE CALIBRACIÓN DE LA MUESTRA # 4.

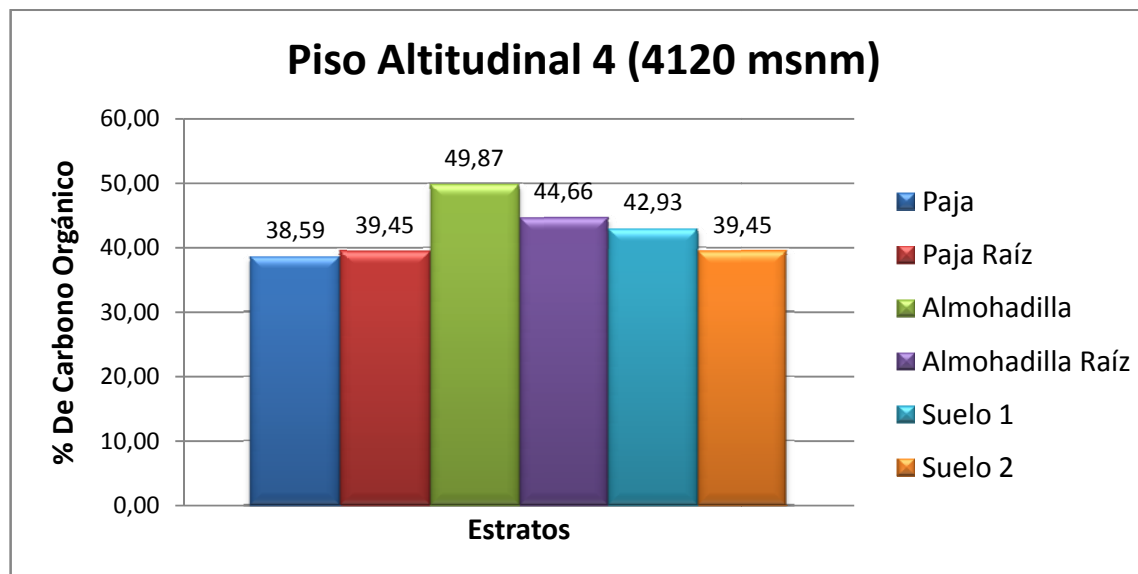


GRÁFICO No 9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE CARBONO EN LOS DIFERENTES ESTRATOS EN LA MUESTRA # 4.

3.2.6 RESULTADOS DE LA MUESTRA # 5

Una vez procesadas las muestras y sus respectivas réplicas en el laboratorio, se procedió a leerlas en el espectrofotómetro y se obtuvo un promedio parcial de absorbancias y posteriormente un promedio total, como se observa en la tabla No 20.

TABLA No 20. PROMEDIOS DE ABSORBANCIAS DE LA MUESTRA # 5.

Muestra # 5. (4130 msnm)													
	Muestra # 5A			Promedio (A)	Muestra # 5B			Promedio (B)	Muestra # 5C			Promedio C	Promedio Abs. Total
	r 1	r 2	r 3		r 1	r 2	r 3		r 1	r 2	r 3		
Paja	0.006	0.006	0.005	0.0057	0.005	0.004	0.005	0.0047	0.004	0.005	0.004	0.0043	0.0049
Paja raíz	0.006	0.005	0.006	0.0057	0.007	0.005	0.006	0.0060	0.005	0.006	0.006	0.0057	0.0058
Almohadilla	0.007	0.007	0.006	0.0067	0.006	0.008	0.006	0.0067	0.008	0.007	0.006	0.0070	0.0068
Almohadilla raíz	0.006	0.007	0.006	0.0063	0.006	0.005	0.008	0.0063	0.008	0.007	0.004	0.0063	0.0063
Suelo 1	0.005	0.006	0.006	0.0057	0.004	0.005	0.006	0.0050	0.006	0.007	0.005	0.0060	0.0056
Suelo 2	0.005	0.004	0.005	0.0047	0.005	0.005	0.006	0.0053	0.005	0.005	0.005	0.0050	0.0050

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

Posteriormente gracias a los cálculos respectivos se pudo encontrar el valor de carbono, que multiplicado por el factor de dilución, se obtuvo el porcentaje de Carbono en cada uno de los estratos, así también su respectiva gráfica como se observa a continuación.

TABLA No 21. PORCENTAJE DE CARBONO EN LA MUESTRA #5.

	Promedio Abs. Total	Valoración de Carbono (% de Carbono)	Factor de dilución (mL)	Porcentaje de Carbono (%)
Paja	0.0049	0.7717	50	38.59
Paja raíz	0.0058	0.9106	50	45.53
Almohadilla	0.0068	1.0668	50	53.34
Almohadilla raíz	0.0063	0.9974	50	49.87
Suelo 1	0.0056	0.8759	50	43.79
Suelo 2	0.0050	0.7891	50	39.45

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

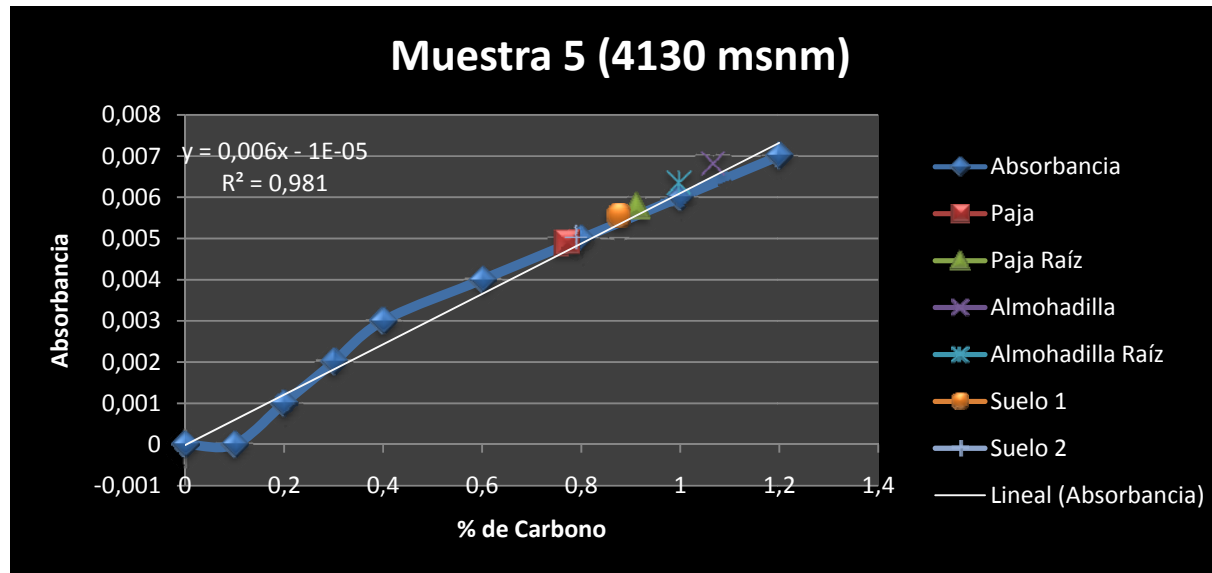


GRÁFICO No 10. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LA INTERPOLACIÓN DE LAS ABSORBANCIAS DE BIOMASA Y SUELO CON LA CURVA DE CALIBRACIÓN DE LA MUESTRA # 5.

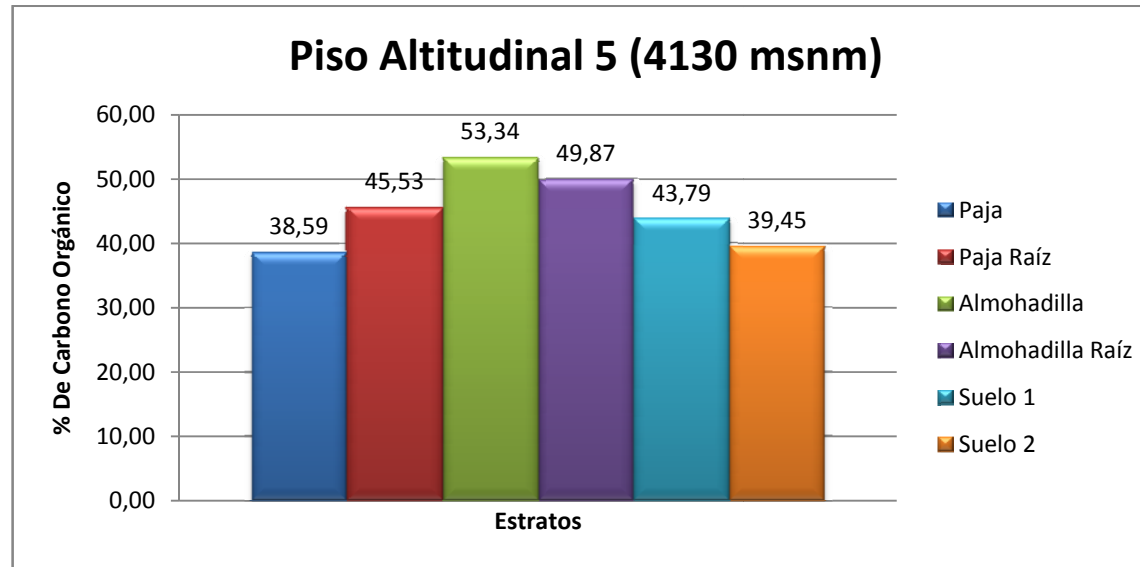


GRÁFICO No 11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE CARBONO EN LOS DIFERENTES ESTRATOS EN LA MUESTRA # 5.

3.2.7 RESULTADOS GENERALES DE CARBONO ORGÁNICO EN LOS DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES

A continuación se presentan en la tabla No 22 los diferentes valores tanto del porcentaje de Carbono en Biomasa como en Suelo, el promedio general de Carbono orgánico en la Comunidad de Pichán Central-San Isidro

TABLA No 22. RESULTADOS GENERALES DE CARBONO EN LOS DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES.

MUESTRA	PISO ALTITUDINAL (msnm)	CARBONO ORGÁNICO (%)					
		BIOMASA				SUELO	
		Paja	Paja raíz	Almohadilla	Almohadilla Raíz	Suelo 1	Suelo 2
Muestras # 1	4090	13.41	13.41	23.83	21.22	21.22	9.07
Muestras # 2	4100	15.32	21.22	40.32	21.22	24.5	14.95
Muestras # 3	4110	29.04	29.04	48.13	37.72	42.06	34.24
Muestras # 4	4120	38.59	39.45	49.87	44.66	42.93	39.45
Muestras # 5	4130	38.59	45.53	53.34	49.87	43.79	39.45

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

TABLA No 23. PROMEDIOS GENERALES DE CARBONO ORGÁNICO.

PROMEDIOS GENERALES	CARBONO ORGÁNICO (%)					
	BIOMASA				SUELO	
	Paja	Paja raíz	Almohadilla	Almohadilla Raíz	Suelo 1	Suelo 2
	26.99	29.73	43.10	34.94	34.90	27.43

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

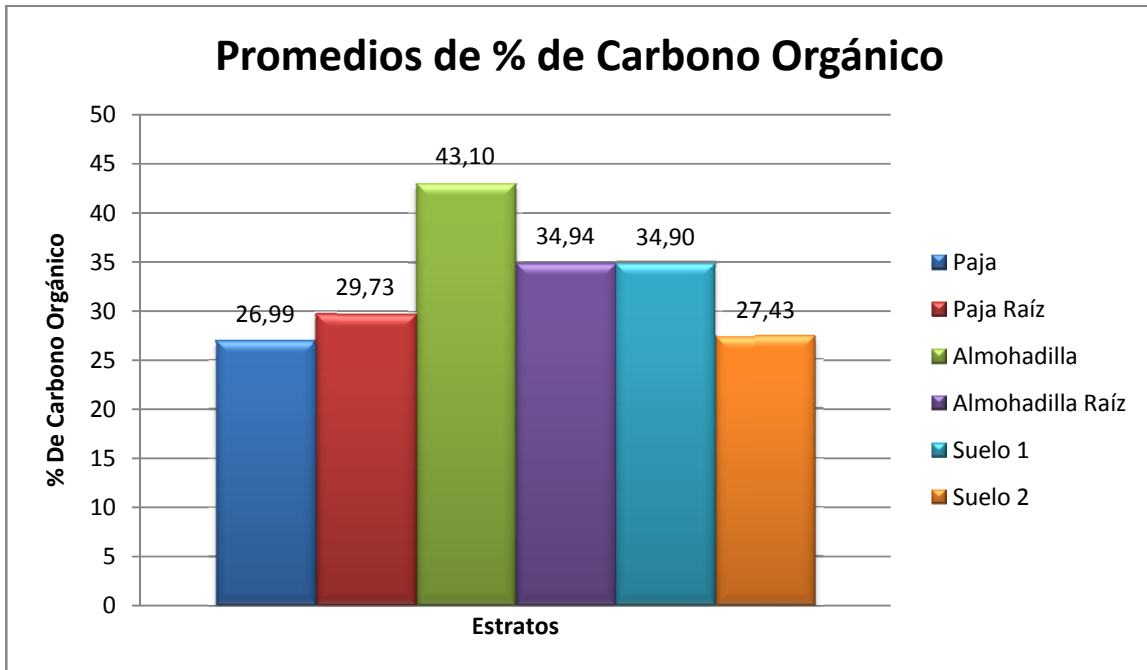


GRÁFICO No 12. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PROMEDIOS GENERALES DE PORCENTAJE DE CARBONO ORGÁNICO.

TABLA No 24. VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE CARBONO EN CADA PISO ALTITUDINAL.

PISOS (msnm)	% de VARIACIÓN EN CADA PISO ALTITUDINAL					
	BIOMASA				SUELO	
	Paja	Paja raíz	Almohadilla	Almohadilla Raíz	Suelo 1	Suelo 2
4090-4100	1.91	7.81	16.49	0.00	3.28	5.88
4100-4110	13.72	7.82	7.81	16.50	17.56	19.29
4110-4120	9.55	10.41	1.74	6.94	0.87	5.21
4120-4130	0.00	6.08	3.47	5.21	0.86	0

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

También fue posible medir otros parámetros importantes dentro de la Comunidad de Pichán Central-San Isidro, con mediciones periódicas y trabajando en base a los valores máximos, mínimos y promedios generales, es así que los resultados fueron tabulados de la siguiente manera:

TABLA NO 25. OTROS PARÁMETROS MEDIDOS EN LA COMUNIDAD DE PICHÁN CENTRAL-SAN ISIDRO.

Parámetros medidos En la Comunidad de Pichán Central-San Isidro			
	Mínimo	Máximo	Promedio
Temperatura (°C)	2.5	8.6	6.8
Humedad (%)	69	100	95.6
Índice de estrés térmico (°C)	3.2	9.5	5.9
Punto de rocío (°C)	1.5	7.7	5.4
Temperatura de bulbo humedo (°C)	2.3	8	5.9
Presión atmosférica (hPa)	617.5	695.7	637.2
Velocidad del viento (kt)	2.2	7.1	3.7
Velocidad máxima (kt)	3	13.4	5.3
Velocidad media (kt)	2	4.7	2.7
sensación termica (°C)	2.3	13.1	7.7
Precipitación (mm)	834.89	2923.76	2605.94

FUENTE: HARO, F. ESPOCH 2012

3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.3.1 MUESTRA # 1

3.3.1.1 Paja y Paja Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 1 ubicada a 4090 msnm, presenta 13.41% de Carbono orgánico tanto en la paja, como en la respectiva raíz, esta similitud se debe a que las muestras obtenidas en éste piso altitudinal fueron de un tamaño relativamente pequeñas, lo que hace que la composición de carbono orgánico sea uniforme en toda la planta, tanto en la paja como en su raíz.

3.3.1.2 Almohadilla y Almohadilla Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 1 ubicada a 4090 msnm, presenta un 23.83% de Carbono orgánico en la almohadilla, y un 21.22% en las raíces, ésta variación

se debe a que éstas muestras presentaron unas raíces grandes y por ende penetran más en el suelo, alejándose de la capa superficial del suelo, donde está presente la materia orgánica en su lenta descomposición. Es decir que el porcentaje de Carbono orgánico se concentra en la almohadilla como tal, ya que está más próxima a la materia orgánica en descomposición presente en la capa superficial del suelo.

3.3.1.3 Suelo 1 y 2

De la misma forma como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 1 ubicada a 4090 msnm, presenta un 21.22% de Carbono en el Suelo 1 y 9.07% en el Suelo 2; tomando en cuenta que el suelo 2 es el de mayor profundidad. Esto se debe a que el suelo 1 está más próximo a la superficie donde se encuentra la mayor cantidad de materia orgánica, y consecuentemente mayor porcentaje de Carbono; en tanto que el suelo 2 posee menor cantidad de materia orgánica, consecuentemente menor porcentaje de Carbono orgánico.

3.3.2 MUESTRA # 2

3.3.2.1 Paja y Paja Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 2 ubicada a 4100 msnm, presenta un 15.32% de Carbono orgánico en la paja y 21.22% en las raíces, esto se debe a que la raíz de la paja es pequeña comparada con la raíz de la almohadilla y por tal motivo está más cerca de la materia orgánica, consecuentemente presenta mayor absorbancia y por ende mayor porcentaje de Carbono orgánico que la paja como tal.

3.3.2.2 Almohadilla y Almohadilla Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 2 ubicada a 4100 msnm, presenta un 40.32% de Carbono orgánico en la almohadilla, y un 21.22% en las raíces, ésta variación se debe a que éstas muestras presentaron unas raíces grandes y por ende penetran más en el

suelo, alejándose de la capa superficial del suelo, donde está presente la materia orgánica en su lenta descomposición. Es decir que el porcentaje de Carbono orgánico se concentra en la almohadilla como tal, ya que está más próxima a la materia orgánica en descomposición presente en la capa superficial del suelo.

3.3.2.3 Suelo 1 y 2

De la misma forma como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 2 ubicada a 4100 msnm, presenta un 24.5% de Carbono en el Suelo 1 y 14.95% en el Suelo 2; tomando en cuenta que el suelo 2 es el de mayor profundidad. Esto se debe a que el suelo 1 está más próximo a la superficie donde se encuentra la mayor cantidad de materia orgánica, y consecuentemente mayor porcentaje de Carbono; en tanto que el suelo 2 posee menor cantidad de materia orgánica, consecuentemente menor porcentaje de Carbono orgánico.

3.3.3 MUESTRA # 3

3.3.3.1 Paja y Paja Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 3 ubicada a 4110 msnm, presenta 29.404% de Carbono orgánico tanto en la paja, como en la respectiva raíz, esta similitud se debe a que las muestras obtenidas en éste piso altitudinal fueron de un tamaño relativamente pequeñas, lo que hace que la composición de carbono orgánico sea uniforme en toda la planta, tanto en la paja como en su raíz.

3.3.3.2 Almohadilla y Almohadilla Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 3 ubicada a 4110 msnm, presenta un 48.13% de Carbono orgánico en la almohadilla, y un 37.72% en las raíces, ésta variación se debe a que éstas muestras presentaron unas raíces grandes y por ende penetran más en el suelo, alejándose de la capa superficial del suelo, donde está presente la materia orgánica en

su lenta descomposición. Es decir que el porcentaje de Carbono orgánico se concentra en la almohadilla como tal, ya que está más próxima a la materia orgánica en descomposición presente en la capa superficial del suelo.

3.3.3.3 Suelo 1 y 2

De la misma forma como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 3 ubicada a 4110 msnm, presenta un 42.06% de Carbono en el Suelo 1 y 34.24% en el Suelo 2; tomando en cuenta que el suelo 2 es el de mayor profundidad. Esto se debe a que el suelo 1 está más próximo a la superficie donde se encuentra la mayor cantidad de materia orgánica, y consecuentemente mayor porcentaje de Carbono; en tanto que el suelo 2 posee menor cantidad de materia orgánica, consecuentemente menor porcentaje de Carbono orgánico.

3.3.4 MUESTRA # 4

3.3.4.1 Paja y Paja Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 4 ubicada a 4120 msnm, presenta un 38.59% de Carbono orgánico en la paja y 39.45% en las raíces, esto se debe a que la raíz de la paja es pequeña comparada con la raíz de la almohadilla y por tal motivo está más cerca de la materia orgánica, consecuentemente presenta mayor absorbancia y por ende mayor porcentaje de Carbono orgánico que la paja como tal.

3.3.4.2 Almohadilla y Almohadilla Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 4 ubicada a 4120 msnm, presenta un 49.87% de Carbono orgánico en la almohadilla, y un 44.66% en las raíces, ésta variación se debe a que éstas muestras presentaron unas raíces grandes y por ende penetran más en el suelo, alejándose de la capa superficial del suelo, donde está presente la materia orgánica en su lenta descomposición. Es decir que el porcentaje de Carbono orgánico se concentra en la

almohadilla como tal, ya que está más próxima a la materia orgánica en descomposición presente en la capa superficial del suelo.

3.3.4.3 Suelo 1 y 2

De la misma forma como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 4 ubicada a 4120 msnm, presenta un 42.93% de Carbono en el Suelo 1 y 39.45% en el Suelo 2; tomando en cuenta que el suelo 2 es el de mayor profundidad. Esto se debe a que el suelo 1 está más próximo a la superficie donde se encuentra la mayor cantidad de materia orgánica, y consecuentemente mayor porcentaje de Carbono; en tanto que el suelo 2 posee menor cantidad de materia orgánica, consecuentemente menor porcentaje de Carbono orgánico.

3.3.5 MUESTRA # 5

3.3.5.1 Paja y Paja Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 5 ubicada a 4130 msnm, presenta un 38.59% de Carbono orgánico en la paja y 45.53% en las raíces, esto se debe a que la raíz de la paja es pequeña comparada con la raíz de la almohadilla y por tal motivo está más cerca de la materia orgánica, consecuentemente presenta mayor absorbancia y por ende mayor porcentaje de Carbono orgánico que la paja como tal.

3.3.5.2 Almohadilla y Almohadilla Raíz

Como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 5 ubicada a 4130 msnm, presenta un 53.34% de Carbono orgánico en la almohadilla, y un 49.87% en las raíces, ésta variación se debe a que éstas muestras presentaron unas raíces grandes y por ende penetran más en el suelo, alejándose de la capa superficial del suelo, donde está presente la materia orgánica en su lenta descomposición. Es decir que el porcentaje de Carbono orgánico se concentra en la

almohadilla como tal, ya que está más próxima a la materia orgánica en descomposición presente en la capa superficial del suelo.

3.3.5.3 Suelo 1 y 2

De la misma forma como se puede observar en la tabla No. 19, la muestra # 5 ubicada a 4130 msnm, presenta un 43.79% de Carbono en el Suelo 1 y 39.45% en el Suelo 2; tomando en cuenta que el suelo 2 es el de mayor profundidad. Esto se debe a que el suelo 1 está más próximo a la superficie donde se encuentra la mayor cantidad de materia orgánica, y consecuentemente mayor porcentaje de Carbono; en tanto que el suelo 2 posee menor cantidad de materia orgánica, consecuentemente menor porcentaje de Carbono orgánico.

3.3.6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS EN LOS DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES.

3.3.6.1 Paja y Paja Raíz

Como se puede observar en la tabla No 19, en cada uno de los diferentes pisos altitudinales, la raíz de la paja presento un porcentaje de Carbono orgánico superior al de la paja como tal, excepto en las muestras # 1 y 3 que presentaron el mismo porcentaje de carbono, esto se debe a que las raíces de la paja están en contacto directo con el suelo, el cual posee gran cantidad de materia organica en lenta y constante descomposición, haciendo que en este estrato el porcentaje de Carbono orgánico se incremente. En tanto que los pisos altitudinales de las muestras # 1 y 3, presentaron escasa vegetación y pajas relativamente pequeñas.

3.3.6.2 Almohadilla y Almohadilla Raíz

De igual manera en cuanto a la almohadilla, en este caso en todos los pisos altitudinales fue superior el porcentaje de Carbono orgánico en la almohadilla como tal, que en sus raíces, esto se debe a que las raíces son grandes y penetran profundo en la superficie de la tierra,

mientras que la almohadilla es una estructura homogénea y pequeña, que hace que se concentre mas en éste estrato el porcentaje de Carbono orgánico.

3.3.6.3 Suelo 1 y 2

Evidentemente el suelo 1 (0-70 cm de profundidad) por estar en la parte más superficial del suelo, el cual posee un gran contenido de materia orgánica, posee un porcentaje de Carbono orgánico mucho mayor que el suelo 2 (70-120 cm de profundidad).

3.3.7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS GENERALES DE PORCENTAJES DE CARBONO ORGÁNICO EN BIOMASA Y SUELO EN LOS PISOS ALTITUDINALES.

Como se puede observar en la tabla No 19, el porcentaje de Carbono Orgánico en la Biomasa se incrementa, conforme aumenta la altitud y de la misma manera sucede con el Carbono Orgánico en el suelo. La almohadilla es el estrato que mas porcentaje de Carbono orgánico posee, esto se debe a la gran cantidad de materia orgánica viva y en descomposición. Otra razón es la consistencia de la almohadilla, ésta es mucho más densa que la de la paja, conservando de ésta manera mayor cantidad de Carbono Orgánico.

En comparación a estudios realizados, existe mucho más carbono orgánico en los páramos que en los bosques, debido a la altitud y la temperatura, es decir, la descomposición de la materia orgánica es mucho más lenta en el páramo. Teniendo como resultado mayor cantidad de materia orgánica en descomposición, la misma que se puede evidenciar por el color negro del suelo.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se georeferenció la zona de Páramo de la Comunidad de Pichán Central – San Isidro, determinó una Zona de influencia indirecta, con una extensión de 18.584 ha, y una zona de influencia directa con 2,693 ha. Basados en el Datum WGS 84 zona 17 S para el Ecuador. Tomando como referente los humedales que existen en este sector, y los límites cantonales del mismo.
- Caracterizamos 5 pisos altitudinales con el criterio de abarcar tanto la zona de influencia directa como la indirecta determinada, y topológicamente comprendida desde los 4080 y 4180 msnm, siendo en éste caso nuestro primer piso altitudinal los 4090msnm y nuestro quinto piso los 4130 msnm, con un intervalo en cada piso de 10 m.
- Determinamos Carbono Orgánico en la Biomasa y Suelo del páramo de la Comunidad Pichán Central - San Isidro en el primer semestre del 2011, Se encontró un promedio de Paja de 26.99%, Paja Raíz con 28.73%, Almohadilla con 43.10%, Almohadilla Raíz con 34.94%, eso en cuanto a biomasa, en tanto que para el Suelo 1 (0-70 cm de profundidad) tenemos 34.90% y finalmente para el Suelo 2 (70-120 cm de profundidad) tenemos 27.43%.

- Con los resultados que se obtuvo en nuestra investigación, concluimos que el páramo debido a sus condiciones ambientales, posee gran cantidad de materia orgánica acumulada, y a más de ser abastecedor constante de agua, es un gran captador de CO₂ y acumulador de Carbono Orgánico.
- En base a nuestra hipótesis planteada se manifestó que En el Páramo de Pichán Central – San Isidro, existe una mayor cantidad de Carbono Orgánico en la Biomasa que en el suelo. Con los resultados que se obtuvieron concluimos que efectivamente existe una mayor cantidad de Carbono Orgánico en la Biomasa que en el suelo.

RECOMENDACIONES

- En base a la investigación, en la fase de pretratamiento, es recomendable lavar las muestras a tratar, y posteriormente a secarlas al aire libre, para obtener mejores resultados y así estandarizar el método que se seguirá para todas las muestras.
- Utilizar en el laboratorio otro método como titulación, para validar los resultados obtenidos. Y determinar densidades para comparar resultados con la bibliografía.
- Se recomienda para futuras investigaciones analizar otros posibles parámetros que alteren el contenido de Carbono orgánico como cubierta vegetal y tipo de especies de plantas.
- Conservar el Páramo, concientizando a la comunidad de los beneficios y servicios que nos brinda éste ecosistema.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFÍA

- (21) 1. **GUÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBONO EN PEQUEÑAS PROPIEDADES RURALES.**
<http://www.docstoc.com/docs/23501322/guia-de-calculo-de-existencias-2011/01/26>
- (16) 2. **CONVENCIÓN DE RAMSAR. RUEMAUVERNEY 28 - CH-1196. GLAND – SUIZA. 2002.**
http://www.ramsar.org/wurc/wurc_mgtplan_ecuador_cube.htm
2011/03/23
- (3) 3. **EDUCASITIOS, EFECTO INVERNADERO.**
educasitios2008.educ.ar/aula124/efecto-invernadero/
2011/10/14
- (18) 4. **PRODUCCIÓN DE CO₂ - UNA PERSPECTIVA INTERNACIONAL.**
www.planetseed.com/es/node/15736
2012/04/14
- (15) 5. **ENERGÍAS RENOVABLES 2008 - ENERGÍA BIOMASA**
www.ecopuerto.com/bicentenario/informes/EnergiasRenovables.pdf

2011/12/20

- (5) 6. **QUÉ SON LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO.**
www.consumer.es › Medio ambiente › Medio ambiente urbano
2011/10/18
- (7) 7. **FOTOSÍNTESIS**
peruecologico.com.pe/lib_c1_t06.htm
2011/10/22
- (14) 8. **ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO DEL PÁRAMO DE CHINGAZA Y LINEAMIENTOS PARA SU CONSERVACIÓN EN EL CONTEXTO DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO.**
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis01.pdf>
2011/03/21
- (19) 9. **GRUPO DE TRABAJO EN PÁRAMOS DEL ECUADOR. (GTP).**
<http://www.condesan.org/e-foros/paramos2/gtp3.htm>
2011/01/29
- (11) 10. **EL PÁRAMO COMO ESPACIO DE MITIGACIÓN DE CARBONO ATMOSFÉRICO.**
<http://www.ibcperu.org/doc/isis/7909.pdf>
2011/01/29
- (12) 11. **LOS BENEFICIOS ESCONDIDOS DEL PÁRAMO: SERVICIOS ECOLÓGICOS E IMPACTO HUMANO.**
http://www.infoandina.org/system/files/recursos/Paramos_servicios_ecologicos.pdf

2011/03/15

- (22) 12. **LOS PÁRAMOS ECUATORIANOS.**
<http://www.ibcperu.org/doc/isis/8606.pdf>
2011/02/14
- (20) 13. **METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE CARBONO EN PLANTACIONES JÓVENES EN EL ECUADOR.**
<http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.aspDArticul>
2011/01/26
- (6) 14. **DIÓXIDO DE CARBONO.**
es.wikipedia.org/wiki/Dióxido_de_carbono
2011/03/21
- (8) 15. **LOS PÁRAMOS DEL MUNDO.**
http://paramosecuador.org.ec/component/option,com_remository/Itemid,26/func,startdown/id,1/
2011/03/21
- (4) 16. **GASES DE EFECTO INVERNADERO.**
www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/GasesEfect.htm
2011/10/18
- (17) 17. **PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS.**
unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf
2011/12/21
- (10) 18. **GEOBOTÁNICA.**

www.monografias.com › Ecología

2011/10/22

- (13) 19. **POR UN MANEJO SOSTENIBLE DE LOS PÁRAMOS
APROVECHAMIENTO DEL CARBONO EN EL SUELO DE
LOS PÁRAMOS.**
<http://www.cipotato.org/publications/pdf/004763.pdf>
2011/03/15
- (1) 20. **CALENTAMIENTO GLOBAL.**
es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global
2011/10/17
- (9) 21. **PISOS TÉRMICOS.**
es.wikipedia.org/wiki/Pisos_térmicos
2011/05/10
- (2) 22. **PROTOCOLO DE KIOTO.**
es.wikipedia.org/.../Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_climático
2011/10/13

ANEXOS

ANEXO No. 1 MARCO LEGAL. 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 kichwas, 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 kichwas 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. **(16)**

ANEXO No. 2 PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.

Las partes en el presente protocolo, siendo partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, en adelante "la Convención", persiguiendo el objetivo último de la Convención enunciado en su artículo 2, recordando las disposiciones de la convención, guiadas por el artículo 3 de la convención, en cumplimiento del mandato de Berlín, aprobado mediante la decisión 1/cp.1 de la conferencia de las partes en la convención en su primer período de sesiones, han convenido en lo siguiente:

Artículo 1

A los efectos del presente Protocolo se aplicarán las definiciones contenidas en el artículo 1 de la Convención. Además:

1. Por "Conferencia de las Partes" se entiende la Conferencia de las Partes en la Convención.

2. Por "Convención" se entiende la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, aprobada en Nueva York el 9 de mayo de 1992.
3. Por "Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" se entiende el grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático establecido conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1988.
4. Por "Protocolo de Montreal" se entiende el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono aprobado en Montreal el 16 de septiembre de 1987 y en su forma posteriormente ajustada y enmendada.
5. Por "Partes presentes y votantes" se entiende las Partes presentes que emiten un voto afirmativo o negativo.
6. Por "Parte" se entiende, a menos que del contexto se desprenda otra cosa, una Parte en el presente Protocolo.
7. Por "Parte incluida en el anexo I" se entiende una Parte que figura en el anexo I de la Convención, con las enmiendas de que pueda ser objeto, o una Parte que ha hecho la notificación prevista en el inciso g) del párrafo 2 del artículo 4 de la Convención.

Artículo 2

1. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3:

a) Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:

i) Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía Nacional;

ii) Protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de

los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente; promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación;

iii) Promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático;

iv) Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;

v) Reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado;

vi) Fomento de reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal;

vii) Medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte;

viii) Limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía;

b) Cooperará con otras Partes del anexo I para fomentar la eficacia individual y global de las políticas y medidas que se adopten en virtud del presente artículo, de conformidad con el apartado i) del inciso e) del párrafo 2 del artículo 4 de la Convención. Con este fin, estas Partes procurarán intercambiar experiencia e información sobre tales políticas y medidas, en particular concibiendo las formas de mejorar su comparabilidad, transparencia y eficacia. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, en su primer período de sesiones o tan pronto como sea posible después de éste, examinará los medios de facilitar dicha cooperación, teniendo en cuenta toda la información pertinente.

2. Las Partes incluidas en el anexo I procurarán limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal generadas por los combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional trabajando por conducto de la Organización de Aviación Civil Internacional y la Organización Marítima Internacional, respectivamente.

3. Las Partes incluidas en el anexo I se empeñarán en aplicar las políticas y medidas a que se refiere el presente artículo de tal manera que se reduzcan al mínimo los efectos adversos, comprendidos los efectos adversos del cambio climático, efectos en el comercio internacional y repercusiones sociales, ambientales y económicas, para otras Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo y en particular las mencionadas en los párrafos 8 y 9 del artículo 4 de la Convención, teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 3 de la Convención. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo podrá adoptar otras medidas, según corresponda, para promover el cumplimiento de lo dispuesto en este párrafo.

4. Si considera que convendría coordinar cualesquiera de las políticas y medidas señaladas en el inciso a) del párrafo 1 *supra*, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, teniendo en cuenta las diferentes circunstancias nacionales y los posibles efectos, examinará las formas y medios de organizar la coordinación de dichas políticas y medidas.

Artículo 3

1. Las Partes incluidas en el anexo I se asegurarán, individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas en el anexo B y de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo, con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a

un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.

2. Cada una de las Partes incluidas en el anexo I deberá poder demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en virtud del presente Protocolo.

3. Las variaciones netas de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero que se deban a la actividad humana directamente relacionada con el cambio del uso de la tierra y la silvicultura, limitada a la forestación, reforestación y deforestación desde 1990, calculadas como variaciones verificables del carbono almacenado en cada período de compromiso, serán utilizadas a los efectos de cumplir los compromisos de cada Parte incluida en el anexo I dimanantes del presente artículo. Se informará de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero que guarden relación con esas actividades de una manera transparente y verificable y se las examinará de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 8.

4. Antes del primer período de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, cada una de las Partes incluidas en el anexo I presentará al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, para su examen, datos que permitan establecer el nivel del carbono almacenado correspondiente a 1990 y hacer una estimación de las variaciones de ese nivel en los años siguientes. En su primer período de sesiones o lo antes posible después de éste, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo determinará las modalidades, normas y directrices sobre la forma de sumar o restar a las cantidades atribuidas a las Partes del anexo I actividades humanas adicionales relacionadas con las variaciones de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero en las categorías de suelos agrícolas y de cambio del uso de la tierra y silvicultura y sobre las actividades que se hayan de sumar o restar, teniendo en cuenta las incertidumbres, la transparencia de la presentación de informes, la verificabilidad, la labor metodológica del

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, el asesoramiento prestado por el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de conformidad con el artículo 5 y las decisiones de la Conferencia de las Partes. Tal decisión se aplicará en los períodos de compromiso segundo y siguiente. Una Parte podrá optar por aplicar tal decisión sobre estas actividades humanas adicionales para su primer período de compromiso, siempre que estas actividades se hayan realizado desde 1990.

5. Las Partes incluidas en el anexo I que están en vías de transición a una economía de mercado y que hayan determinado su año o período de base con arreglo a la decisión 9/CP.2, adoptada por la Conferencia de las Partes en su segundo período de sesiones, utilizarán ese año o período de base para cumplir sus compromisos dimanantes del presente artículo. Toda otra Parte del anexo I que esté en transición a una economía de mercado y no haya presentado aún su primera comunicación nacional con arreglo al artículo 12 de la Convención podrá también notificar a la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo que tiene la intención de utilizar un año o período histórico de base distinto del año 1990 para cumplir sus compromisos dimanantes del presente artículo. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo se pronunciará sobre la aceptación de dicha notificación.

6. Teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo 6 del artículo 4 de la Convención, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo concederá un cierto grado de flexibilidad a las Partes del anexo I que están en transición a una economía de mercado para el cumplimiento de sus compromisos dimanantes del presente Protocolo, que no sean los previstos en este artículo.

7. En el primer período de compromiso cuantificado de limitación y reducción de las emisiones, del año 2008 al 2012, la cantidad atribuida a cada Parte incluida en el anexo I será igual al porcentaje consignado para ella en el anexo B de sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A correspondientes a 1990, o al año o período de base determinado

con arreglo al párrafo 5 *supra*, multiplicado por cinco. Para calcular la cantidad que se les ha de atribuir, las Partes del anexo I para las cuales el cambio del uso de la tierra y la silvicultura constituían una fuente neta de emisiones de gases de efecto invernadero en 1990 incluirán en su año de base 1990 o período de base las emisiones antropógenas agregadas por las fuentes, expresadas en dióxido de carbono equivalente, menos la absorción por los sumideros en 1990 debida al cambio del uso de la tierra.

8. Toda Parte incluida en el anexo I podrá utilizar el año 1995 como su año de base para los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre para hacer los cálculos a que se refiere el párrafo 7 *supra*.

9. Los compromisos de las Partes incluidas en el anexo I para los períodos siguientes se establecerán en enmiendas al anexo B del presente Protocolo que se adoptarán de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 7 del artículo 21. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo comenzará a considerar esos compromisos al menos siete años antes del término del primer período de compromiso a que se refiere el párrafo 1 *supra*.

10. Toda unidad de reducción de emisiones, o toda fracción de una cantidad atribuida, que adquiera una Parte de otra Parte con arreglo a lo dispuesto en el artículo 6 o el artículo 17 se sumará a la cantidad atribuida a la Parte que la adquiera.

11. Toda unidad de reducción de emisiones, o toda fracción de una cantidad atribuida, que transfiera una Parte a otra Parte con arreglo a lo dispuesto en el artículo 6 o el artículo 17 se deducirá de la cantidad atribuida a la Parte que la transfiera.

12. Toda unidad de reducción certificada de emisiones que adquiera una Parte de otra Parte con arreglo a lo dispuesto en el artículo 12 se agregará a la cantidad atribuida a la Parte que la adquiera.

13. Si en un período de compromiso las emisiones de una Parte incluida en el anexo I son inferiores a la cantidad atribuida a ella en virtud del presente artículo, la diferencia se agregará, a petición de esa Parte, a la cantidad que se atribuya a esa Parte para futuros períodos de compromiso.

14. Cada Parte incluida en el anexo I se empeñará en cumplir los compromisos señalados en el párrafo 1 *supra* de manera que se reduzcan al mínimo las repercusiones sociales, ambientales y económicas adversas para las Partes que son países en desarrollo, en particular las mencionadas en los párrafos 8 y 9 del artículo 4 de la Convención. En consonancia con las decisiones pertinentes de la Conferencia de las Partes sobre la aplicación de esos párrafos, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo estudiará en su primer período de sesiones las medidas que sea necesario tomar para reducir al mínimo los efectos adversos del cambio climático y/o el impacto de la aplicación de medidas de respuesta para las Partes mencionadas en esos párrafos. Entre otras, se estudiarán cuestiones como la financiación, los seguros y la transferencia de tecnología.

Artículo 4

1. Se considerará que las Partes incluidas en el anexo I que hayan llegado a un acuerdo para cumplir conjuntamente sus compromisos dimanantes del artículo 3 han dado cumplimiento a esos compromisos si la suma total de sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A no excede de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas en el anexo B y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 3. En el acuerdo se consignará el nivel de emisión respectivo asignado a cada una de las Partes en el acuerdo.

2. Las Partes en todo acuerdo de este tipo notificarán a la secretaría el contenido del acuerdo en la fecha de depósito de sus instrumentos de ratificación, aceptación o aprobación del

presente Protocolo o de adhesión a éste. La secretaría informará a su vez a las Partes y signatarios de la Convención el contenido del acuerdo.

3. Todo acuerdo de este tipo se mantendrá en vigor mientras dure el período de compromiso especificado en el párrafo 7 del artículo 3.

4. Si las Partes que actúan conjuntamente lo hacen en el marco de una organización regional de integración económica y junto con ella, toda modificación de la composición de la organización tras la aprobación del presente Protocolo no incidirá en los compromisos ya vigentes en virtud del presente Protocolo. Todo cambio en la composición de la organización se tendrá en cuenta únicamente a los efectos de los compromisos que en virtud del artículo 3 se contraigan después de esa modificación.

5. En caso de que las Partes en semejante acuerdo no logren el nivel total combinado de reducción de las emisiones fijado para ellas, cada una de las Partes en ese acuerdo será responsable del nivel de sus propias emisiones establecido en el acuerdo.

6. Si las Partes que actúan conjuntamente lo hacen en el marco de una organización regional de integración económica que es Parte en el presente Protocolo y junto con ella, cada Estado miembro de esa organización regional de integración económica, en forma individual y conjuntamente con la organización regional de integración económica, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 24, será responsable, en caso de que no se logre el nivel total combinado de reducción de las emisiones, del nivel de sus propias emisiones notificado con arreglo al presente artículo.

Artículo 5

1. Cada Parte incluida en el anexo I establecerá, a más tardar un año antes del comienzo del primer período de compromiso, un sistema nacional que permita la estimación de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los

gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo impartirá en su primer período de sesiones las directrices en relación con tal sistema nacional, que incluirán las metodologías especificadas en el párrafo 2 *infra*.

2. Las metodologías para calcular las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal serán las aceptadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático y acordadas por la Conferencia de las Partes en su tercer período de sesiones. En los casos en que no se utilicen tales metodologías, se introducirán los ajustes necesarios conforme a las metodologías acordadas por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo en su primer período de sesiones. Basándose en la labor del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, en particular, y en el asesoramiento prestado por el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo examinará periódicamente y, según corresponda, revisará esas metodologías y ajustes, teniendo plenamente en cuenta las decisiones que pueda adoptar al respecto la Conferencia de las Partes. Toda revisión de metodologías o ajustes se aplicará exclusivamente a los efectos de determinar si se cumplen los compromisos que en virtud del artículo 3 se establezcan para un período de compromiso posterior a esa revisión.

3. Los potenciales de calentamiento atmosférico que se utilicen para calcular la equivalencia en dióxido de carbono de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A serán los aceptados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático y acordados por la Conferencia de las Partes en su tercer período de sesiones. Basándose en la labor del Grupo Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático, en particular, y en el asesoramiento prestado por el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente

Protocolo examinará periódicamente y, según corresponda, revisará el potencial de calentamiento atmosférico de cada uno de esos gases de efecto invernadero, teniendo plenamente en cuenta las decisiones que pueda adoptar al respecto la Conferencia de las Partes. Toda revisión de un potencial de calentamiento atmosférico será aplicable únicamente a los compromisos que en virtud del artículo 3 se establezcan para un período de compromiso posterior a esa revisión.

Artículo 6

1. A los efectos de cumplir los compromisos contraídos en virtud del artículo 3, toda Parte incluida en el anexo I podrá transferir a cualquiera otra de esas Partes, o adquirir de ella, las unidades de reducción de emisiones resultantes de proyectos encaminados a reducir las emisiones antropógenas por las fuentes o incrementar la absorción antropógena por los sumideros de los gases de efecto invernadero en cualquier sector de la economía, con sujeción a lo siguiente:

- a) Todo proyecto de ese tipo deberá ser aprobado por las Partes participantes;
- b) Todo proyecto de ese tipo permitirá una reducción de las emisiones por las fuentes, o un incremento de la absorción por los sumideros, que sea adicional a cualquier otra reducción u otro incremento que se produciría de no realizarse el proyecto;
- c) La Parte interesada no podrá adquirir ninguna unidad de reducción de emisiones si no ha dado cumplimiento a sus obligaciones dimanantes de los artículos 5 y 7; y
- d) La adquisición de unidades de reducción de emisiones será suplementaria a las medidas nacionales adoptadas a los efectos de cumplir los compromisos contraídos en virtud del artículo 3.

2. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo podrá, en su primer período de sesiones o tan pronto como sea posible después de éste, establecer otras directrices para la aplicación del presente artículo, en particular a los efectos de la verificación y presentación de informes.

3. Una Parte incluida en el anexo I podrá autorizar a personas jurídicas a que participen, bajo la responsabilidad de esa Parte, en acciones conducentes a la generación, transferencia o adquisición en virtud de este artículo de unidades de reducción de emisiones.

4. Si, de conformidad con las disposiciones pertinentes del artículo 8, se plantea alguna cuestión sobre el cumplimiento por una Parte incluida en el anexo I de las exigencias a que se refiere el presente artículo, la transferencia y adquisición de unidades de reducción de emisiones podrán continuar después de planteada esa cuestión, pero ninguna Parte podrá utilizar esas unidades a los efectos de cumplir sus compromisos contraídos en virtud del artículo 3 mientras no se resuelva la cuestión del cumplimiento.

Artículo 7

1. Cada una de las Partes incluidas en el anexo I incorporará en su inventario anual de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, presentado de conformidad con las decisiones pertinentes de la Conferencia de las Partes, la información suplementaria necesaria a los efectos de asegurar el cumplimiento del artículo 3, que se determinará de conformidad con el párrafo 4 *infra*.

2. Cada una de las Partes incluidas en el anexo I incorporará en la comunicación nacional que presente de conformidad con el artículo 12 de la Convención la información suplementaria necesaria para demostrar el cumplimiento de los compromisos contraídos en virtud del presente Protocolo, que se determinará de conformidad con el párrafo 4 *infra*.

3. Cada una de las Partes incluidas en el anexo I presentará la información solicitada en el párrafo 1 *supra* anualmente, comenzando por el primer inventario que deba presentar de conformidad con la Convención para el primer año del período de compromiso después de la entrada en vigor del presente Protocolo para esa Parte. Cada una de esas Partes presentará la información solicitada en el párrafo 2 *supra* como parte de la primera comunicación nacional

que deba presentar de conformidad con la Convención una vez que el presente Protocolo haya entrado en vigor para esa Parte y que se hayan adoptado las directrices a que se refiere el párrafo 4 *infra*. La frecuencia de la presentación ulterior de la información solicitada en el presente artículo será determinada por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, teniendo en cuenta todo calendario para la presentación de las comunicaciones nacionales que determine la Conferencia de las Partes.

4. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo adoptará en su primer período de sesiones y revisará periódicamente en lo sucesivo directrices para la preparación de la información solicitada en el presente artículo, teniendo en cuenta las directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes incluidas en el anexo I adoptadas por la Conferencia de las Partes. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo decidirá también antes del primer período de compromiso las modalidades de contabilidad en relación con las cantidades atribuidas.

Artículo 8

1. La información presentada en virtud del artículo 7 por cada una de las Partes incluidas en el anexo I será examinada por equipos de expertos en cumplimiento de las decisiones pertinentes de la Conferencia de las Partes y de conformidad con las directrices que adopte a esos efectos la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo con arreglo al párrafo 4 *infra*. La información presentada en virtud del párrafo 1 del artículo 7 por cada una de las Partes incluidas en el anexo I será examinada en el marco de la recopilación anual de los inventarios y las cantidades atribuidas de emisiones y la contabilidad conexas. Además, la información presentada en virtud del párrafo 2 del artículo 7 por cada una de las Partes incluidas en el anexo I será estudiada en el marco del examen de las comunicaciones.

2. Esos equipos examinadores serán coordinados por la secretaría y estarán integrados por expertos escogidos entre los candidatos propuestos por las Partes en la Convención y, según corresponda, por organizaciones intergubernamentales, de conformidad con la orientación impartida a esos efectos por la Conferencia de las Partes.

3. El proceso de examen permitirá una evaluación técnica exhaustiva e integral de todos los aspectos de la aplicación del presente Protocolo por una Parte. Los equipos de expertos elaborarán un informe a la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, en el que evaluarán el cumplimiento de los compromisos de la Parte y determinarán los posibles problemas con que se tropiece y los factores que incidan en el cumplimiento de los compromisos. La secretaría distribuirá ese informe a todas las Partes en la Convención. La secretaría enumerará para su ulterior consideración por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo las cuestiones relacionadas con la aplicación que se hayan señalado en esos informes.

4. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo adoptará en su primer período de sesiones y revisará periódicamente en lo sucesivo directrices para el examen de la aplicación del presente Protocolo por los equipos de expertos, teniendo en cuenta las decisiones pertinentes de la Conferencia de las Partes.

5. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, con la asistencia del Órgano Subsidiario de Ejecución y, según corresponda, del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, examinará:

- a) La información presentada por las Partes en virtud del artículo 7 y los informes de los exámenes que hayan realizado de ella los expertos de conformidad con el presente artículo; y
- b) Las cuestiones relacionadas con la aplicación que haya enumerado la secretaría de conformidad con el párrafo 3 *supra*, así como toda cuestión que hayan planteado las Partes.

6. Habiendo examinado la información a que se hace referencia en el párrafo 5 *supra*, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo adoptará sobre cualquier asunto las decisiones que sean necesarias para la aplicación del presente Protocolo.

Artículo 9

1. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo examinará periódicamente el presente Protocolo a la luz de las informaciones y estudios científicos más exactos de que se disponga sobre el cambio climático y sus repercusiones y de la información técnica, social y económica pertinente. Este examen se hará en coordinación con otros exámenes pertinentes en el ámbito de la Convención, en particular los que exigen el inciso d) del párrafo 2 del artículo 4 y el inciso a) del párrafo 2 del artículo 7 de la Convención. Basándose en este examen, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo adoptará las medidas que correspondan.

2. El primer examen tendrá lugar en el segundo período de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo. Los siguientes se realizarán de manera periódica y oportuna.

Artículo 10

Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y las prioridades, objetivos y circunstancias concretos de su desarrollo nacional y regional, sin introducir ningún nuevo compromiso para las Partes no incluidas en el anexo I aunque reafirmando los compromisos ya estipulados en el párrafo 1 del artículo 4 de la Convención y llevando adelante el cumplimiento de estos compromisos con miras a lograr el desarrollo sostenible, teniendo en cuenta lo dispuesto en los párrafos 3, 5 y 7 del artículo 4 de la Convención:

a) Formularán, donde corresponda y en la medida de lo posible, unos programas nacionales y, en su caso, regionales para mejorar la calidad de los factores de emisión, datos de actividad y/o modelos locales que sean eficaces en relación con el costo y que reflejen las condiciones socioeconómicas de cada Parte para la realización y la actualización periódica de los inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando las metodologías comparables en que convenga la Conferencia de las Partes y de conformidad con las directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales adoptadas por la Conferencia de las Partes;

b) Formularán, aplicarán, publicarán y actualizarán periódicamente programas nacionales y, en su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático y medidas para facilitar una adaptación adecuada al cambio climático;

i) tales programas guardarían relación, entre otras cosas, con los sectores de la energía, el transporte y la industria así como con la agricultura, la silvicultura y la gestión de los desechos. Es más, mediante las tecnologías y métodos de adaptación para la mejora de la planificación espacial se fomentaría la adaptación al cambio climático; y

ii) las Partes del anexo I presentarán información sobre las medidas adoptadas en virtud del presente Protocolo, en particular los programas nacionales, de conformidad con el artículo 7, y otras Partes procurarán incluir en sus comunicaciones nacionales, según corresponda, información sobre programas que contengan medidas que a juicio de la Parte contribuyen a hacer frente al cambio climático y a sus repercusiones adversas, entre ellas medidas para limitar el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero e incrementar la absorción por los sumideros, medidas de fomento de la capacidad y medidas de adaptación;

c) Cooperarán en la promoción de modalidades eficaces para el desarrollo, la aplicación y la difusión de tecnologías, conocimientos especializados, prácticas y procesos ecológicamente racionales en lo relativo al cambio climático, y adoptarán todas las medidas viables para promover, facilitar y financiar, según corresponda, la transferencia de esos recursos o el

acceso a ellos, en particular en beneficio de los países en desarrollo, incluidas la formulación de políticas y programas para la transferencia efectiva de tecnologías ecológicamente racionales que sean de propiedad pública o de dominio público y la creación en el sector privado de un clima propicio que permita promover la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales y el acceso a éstas;

d) Cooperarán en investigaciones científicas y técnicas y promoverán el mantenimiento y el desarrollo de procedimientos de observación sistemática y la creación de archivos de datos para reducir las incertidumbres relacionadas con el sistema climático, las repercusiones adversas del cambio climático y las consecuencias económicas y sociales de las diversas estrategias de respuesta, y promoverán el desarrollo y el fortalecimiento de la capacidad y de los medios nacionales para participar en actividades, programas y redes internacionales e intergubernamentales de investigación y observación sistemática, teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 5 de la Convención;

e) Cooperarán en el plano internacional, recurriendo, según proceda, a órganos existentes, en la elaboración y la ejecución de programas de educación y capacitación que prevean el fomento de la creación de capacidad nacional, en particular capacidad humana e institucional, y el intercambio o la adscripción de personal encargado de formar especialistas en esta esfera, en particular para los países en desarrollo, y promoverán tales actividades, y facilitarán en el plano nacional el conocimiento público de la información sobre el cambio climático y el acceso del público a ésta. Se deberán establecer las modalidades apropiadas para poner en ejecución estas actividades por conducto de los órganos pertinentes de la Convención, teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 6 de la Convención;

f) Incluirán en sus comunicaciones nacionales información sobre los programas y actividades emprendidos en cumplimiento del presente artículo de conformidad con las decisiones pertinentes de la Conferencia de las Partes; y

g) Al dar cumplimiento a los compromisos dimanantes del presente artículo tomarán plenamente en consideración el párrafo 8 del artículo 4 de la Convención.

Artículo 11

1. Al aplicar el artículo 10 las Partes tendrán en cuenta lo dispuesto en los párrafos 4, 5, 7, 8 y 9 del artículo 4 de la Convención.

2. En el contexto de la aplicación del párrafo 1 del artículo 4 de la Convención, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 3 del artículo 4 y en el artículo 11 de la Convención y por conducto de la entidad o las entidades encargadas del funcionamiento del mecanismo financiero de la Convención, las Partes que son países desarrollados y las demás Partes desarrolladas incluidas en el anexo II de la Convención:

a) Proporcionarán recursos financieros nuevos y adicionales para cubrir la totalidad de los gastos convenidos en que incurran las Partes que son países en desarrollo al llevar adelante el cumplimiento de los compromisos ya enunciados en el inciso a) del párrafo 1 del artículo 4 de la Convención y previstos en el inciso a) del artículo 10;

b) Facilitarán también los recursos financieros, entre ellos recursos para la transferencia de tecnología, que necesiten las Partes que son países en desarrollo para sufragar la totalidad de los gastos adicionales convenidos que entrañe el llevar adelante el cumplimiento de los compromisos ya enunciados en el párrafo 1 del artículo 4 de la Convención y previstos en el artículo 10 y que se acuerden entre una Parte que es país en desarrollo y la entidad o las entidades internacionales a que se refiere el artículo 11 de la Convención, de conformidad con ese artículo. Al dar cumplimiento a estos compromisos ya vigentes se tendrán en cuenta la necesidad de que la corriente de recursos financieros sea adecuada y previsible y la importancia de que la carga se distribuya adecuadamente entre las Partes que son países desarrollados. La dirección impartida a la entidad o las entidades encargadas del funcionamiento del mecanismo financiero de la Convención en las decisiones pertinentes de

la Conferencia de las Partes, comprendidas las adoptadas antes de la aprobación del presente Protocolo, se aplicará *mutatis mutandis* a las disposiciones del presente párrafo.

3. Las Partes que son países desarrollados y las demás Partes desarrolladas que figuran en el anexo II de la Convención también podrán facilitar, y las Partes que son países en desarrollo podrán obtener, recursos financieros para la aplicación del artículo 10, por conductos bilaterales o regionales o por otros conductos multilaterales.

Artículo 12

1. Por el presente se define un mecanismo para un desarrollo limpio.

2. El propósito del mecanismo para un desarrollo limpio es ayudar a las Partes no incluidas en el anexo I a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención, así como ayudar a las Partes incluidas en el anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3.

3. En el marco del mecanismo para un desarrollo limpio:

a) Las Partes no incluidas en el anexo I se beneficiarán de las actividades de proyectos que tengan por resultado reducciones certificadas de las emisiones; y

b) Las Partes incluidas en el anexo I podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de esas actividades de proyectos para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3, conforme lo determine la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo.

4. El mecanismo para un desarrollo limpio estará sujeto a la autoridad y la dirección de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo y a la supervisión de una junta ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio.

5. La reducción de emisiones resultante de cada actividad de proyecto deberá ser certificada por las entidades operacionales que designe la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo sobre la base de:

- a) La participación voluntaria acordada por cada Parte participante;
- b) Unos beneficios reales, mensurables y a largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático; y
- c) Reducciones de las emisiones que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto certificada.

6. El mecanismo para un desarrollo limpio ayudará según sea necesario a organizar la financiación de actividades de proyectos certificadas.

7. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo en su primer período de sesiones deberá establecer las modalidades y procedimientos que permitan asegurar la transparencia, la eficiencia y la rendición de cuentas por medio de una auditoría y la verificación independiente de las actividades de proyectos.

8. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo se asegurará de que una parte de los fondos procedentes de las actividades de proyectos certificadas se utilice para cubrir los gastos administrativos y ayudar a las Partes que son países en desarrollo particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático a hacer frente a los costos de la adaptación.

9. Podrán participar en el mecanismo para un desarrollo limpio, en particular en las actividades mencionadas en el inciso a) del párrafo 3 *supra* y en la adquisición de unidades

certificadas de reducción de emisiones, entidades privadas o públicas, y esa participación quedará sujeta a las directrices que imparta la junta ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio.

10. Las reducciones certificadas de emisiones que se obtengan en el período comprendido entre el año 2000 y el comienzo del primer período de compromiso podrán utilizarse para contribuir al cumplimiento en el primer período de compromiso.

Artículo 13

1. La Conferencia de las Partes, que es el órgano supremo de la Convención, actuará como reunión de las Partes en el presente Protocolo.

2. Las Partes en la Convención que no sean Partes en el presente Protocolo podrán participar como observadoras en las deliberaciones de cualquier período de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo. Cuando la Conferencia de las Partes actúe como reunión de las Partes en el presente Protocolo, las decisiones en el ámbito del Protocolo serán adoptadas únicamente por las Partes en el presente Protocolo.

3. Cuando la Conferencia de las Partes actúe como reunión de las Partes en el presente Protocolo, todo miembro de la Mesa de la Conferencia de las Partes que represente a una Parte en la Convención que a la fecha no sea parte en el presente Protocolo será reemplazado por otro miembro que será elegido de entre las Partes en el presente Protocolo y por ellas mismas.

4. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo examinará regularmente la aplicación del presente Protocolo y, conforme a su mandato, tomará las decisiones necesarias para promover su aplicación eficaz. Cumplirá las funciones que le asigne el presente Protocolo y:

- a) Evaluará, basándose en toda la información que se le proporcione de conformidad con lo dispuesto en el presente Protocolo, la aplicación del Protocolo por las Partes, los efectos generales de las medidas adoptadas en virtud del Protocolo, en particular los efectos ambientales, económicos y sociales, así como su efecto acumulativo, y la medida en que se avanza hacia el logro del objetivo de la Convención;
- b) Examinará periódicamente las obligaciones contraídas por las Partes en virtud del presente Protocolo, tomando debidamente en consideración todo examen solicitado en el inciso d) del párrafo 2 del artículo 4 y en el párrafo 2 del artículo 7 de la Convención a la luz del objetivo de la Convención, de la experiencia obtenida en su aplicación y de la evolución de los conocimientos científicos y técnicos, y a este respecto examinará y adoptará periódicamente informes sobre la aplicación del presente Protocolo;
- c) Promoverá y facilitará el intercambio de información sobre las medidas adoptadas por las Partes para hacer frente al cambio climático y sus efectos, teniendo en cuenta las circunstancias, responsabilidades y capacidades diferentes de las Partes y sus respectivos compromisos en virtud del presente Protocolo;
- d) Facilitará, a petición de dos o más Partes, la coordinación de las medidas adoptadas por ellas para hacer frente al cambio climático y sus efectos, teniendo en cuenta las circunstancias, responsabilidades y capacidades diferentes de las Partes y sus respectivos compromisos en virtud del presente Protocolo;
- e) Promoverá y dirigirá, de conformidad con el objetivo de la Convención y las disposiciones del presente Protocolo y teniendo plenamente en cuenta las decisiones pertinentes de la Conferencia de las Partes, el desarrollo y el perfeccionamiento periódico de metodologías comparables para la aplicación eficaz del presente Protocolo, que serán acordadas por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo;
- f) Formulará sobre cualquier asunto las recomendaciones que sean necesarias para la aplicación del presente Protocolo;
- g) Procurará movilizar recursos financieros adicionales de conformidad con el párrafo 2 del artículo 11;

h) Establecerá los órganos subsidiarios que considere necesarios para la aplicación del presente Protocolo;

i) Solicitará y utilizará, cuando corresponda, los servicios y la cooperación de la organizaciones internacionales y de los órganos intergubernamentales y no gubernamentales competentes y la información que éstos le proporcionen; y

j) Desempeñará las demás funciones que sean necesarias para la aplicación del presente Protocolo y considerará la realización de cualquier tarea que se derive de una decisión de la Conferencia de las Partes en la Convención.

5. El reglamento de la Conferencia de las Partes y los procedimientos financieros aplicados en relación con la Convención se aplicarán *mutatis mutandis* en relación con el presente Protocolo, a menos que decida otra cosa por consenso la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo.

6. La secretaría convocará el primer período de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo en conjunto con el primer período de sesiones de la Conferencia de las Partes que se programe después de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo. Los siguientes períodos ordinarios de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo se celebrarán anualmente y en conjunto con los períodos ordinarios de sesiones de la Conferencia de las Partes, a menos que decida otra cosa la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo.

7. Los períodos extraordinarios de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo se celebrarán cada vez que la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes lo considere necesario, o cuando una de las Partes lo solicite por escrito, siempre que dentro de los seis meses siguientes a la fecha en que la secretaría haya transmitido a las Partes la solicitud, ésta reciba el apoyo de al menos un tercio de las Partes.

8. Las Naciones Unidas, sus organismos especializados y el Organismo Internacional de Energía Atómica, así como todo Estado miembro de esas organizaciones u observador ante ellas que no sea parte en la Convención, podrán estar representados como observadores en los períodos de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo. Todo órgano u organismo, sea nacional o internacional, gubernamental o no gubernamental, que sea competente en los asuntos de que trata el presente Protocolo y que haya informado a la secretaría de su deseo de estar representado como observador en un período de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo podrá ser admitido como observador a menos que se oponga a ello un tercio de las Partes presentes. La admisión y participación de los observadores se regirán por el reglamento, según lo señalado en el párrafo 5 *supra*.

Artículo 14

1. La secretaría establecida por el artículo 8 de la Convención desempeñará la función de secretaría del presente Protocolo.

2. El párrafo 2 del artículo 8 de la Convención sobre las funciones de la secretaría y el párrafo 3 del artículo 8 de la Convención sobre las disposiciones para su funcionamiento se aplicarán *mutatis mutandis* al presente Protocolo. La secretaría ejercerá además las funciones que se le asignen en el marco del presente Protocolo.

Artículo 15

1. El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico y el Órgano Subsidiario de Ejecución establecidos por los artículos 9 y 10 de la Convención actuarán como Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico y Órgano Subsidiario de Ejecución del presente Protocolo, respectivamente. Las disposiciones sobre el funcionamiento de estos dos órganos con respecto a la Convención se aplicarán *mutatis mutandis* al presente Protocolo. Los períodos de sesiones del Órgano Subsidiario de

Asesoramiento Científico y Tecnológico y del Órgano Subsidiario de Ejecución del presente Protocolo se celebrarán conjuntamente con los del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico y el Órgano Subsidiario de Ejecución de la Convención, respectivamente.

2. Las Partes en la Convención que no sean Partes en el presente Protocolo podrán participar como observadoras en las deliberaciones de cualquier período de sesiones de los órganos subsidiarios. Cuando los órganos subsidiarios actúen como órganos subsidiarios del presente Protocolo las decisiones en el ámbito del Protocolo serán adoptadas únicamente por las Partes que sean Partes en el Protocolo.

3. Cuando los órganos subsidiarios establecidos por los artículos 9 y 10 de la Convención ejerzan sus funciones respecto de cuestiones de interés para el presente Protocolo, todo miembro de la Mesa de los órganos subsidiarios que represente a una Parte en la Convención que a esa fecha no sea parte en el Protocolo será reemplazado por otro miembro que será elegido de entre las Partes en el Protocolo y por ellas mismas.

Artículo 16

La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo examinará tan pronto como sea posible la posibilidad de aplicar al presente Protocolo, y de modificar según corresponda, el mecanismo consultivo multilateral a que se refiere el artículo 13 de la Convención a la luz de las decisiones que pueda adoptar al respecto la Conferencia de las Partes. Todo mecanismo consultivo multilateral que opere en relación con el presente Protocolo lo hará sin perjuicio de los procedimientos y mecanismos establecidos de conformidad con el artículo 18.

Artículo 17

La Conferencia de las Partes determinará los principios, modalidades, normas y directrices pertinentes, en particular para la verificación, la presentación de informes y la rendición de cuentas en relación con el comercio de los derechos de emisión. Las Partes incluidas en el anexo B podrán participar en operaciones de comercio de los derechos de emisión a los efectos de cumplir sus compromisos dimanantes del artículo 3. Toda operación de este tipo será suplementaria a las medidas nacionales que se adopten para cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones dimanantes de ese artículo.

Artículo 18

En su primer período de sesiones, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo aprobará unos procedimientos y mecanismos apropiados y eficaces para determinar y abordar los casos de incumplimiento de las disposiciones del presente Protocolo, incluso mediante la preparación de una lista indicativa de consecuencias, teniendo en cuenta la causa, el tipo, el grado y la frecuencia del incumplimiento. Todo procedimiento o mecanismo que se cree en virtud del presente artículo y prevea consecuencias de carácter vinculante será aprobado por medio de una enmienda al presente Protocolo.

Artículo 19

Las disposiciones del artículo 14 de la Convención se aplicarán *mutatis mutandis* al presente Protocolo.

Artículo 20

1. Cualquiera de las Partes podrá proponer enmiendas al presente Protocolo.
2. Las enmiendas al presente Protocolo deberán adoptarse en un período ordinario de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente

Protocolo. La secretaría deberá comunicar a las Partes el texto de toda propuesta de enmienda al Protocolo al menos seis meses antes del período de sesiones en que se proponga su aprobación. La secretaría comunicará asimismo el texto de toda propuesta de enmienda a las Partes y signatarios de la Convención y, a título informativo, al Depositario.

3. Las Partes pondrán el máximo empeño en llegar a un acuerdo por consenso sobre cualquier proyecto de enmienda al Protocolo. Si se agotan todas las posibilidades de obtener el consenso sin llegar a un acuerdo, la enmienda será aprobada, como último recurso, por mayoría de tres cuartos de las Partes presentes y votantes en la reunión. La secretaría comunicará la enmienda aprobada al Depositario, que la hará llegar a todas las Partes para su aceptación.

4. Los instrumentos de aceptación de una enmienda se entregarán al Depositario. La enmienda aprobada de conformidad con el párrafo 3 entrará en vigor para las Partes que la hayan aceptado al nonagésimo día contado desde la fecha en que el Depositario haya recibido los instrumentos de aceptación de por lo menos tres cuartos de las Partes en el presente Protocolo.

5. La enmienda entrará en vigor para las demás Partes al nonagésimo día contado desde la fecha en que hayan entregado al Depositario sus instrumentos de aceptación de la enmienda.

Artículo 21

1. Los anexos del presente Protocolo formarán parte integrante de éste y, a menos que se disponga expresamente otra cosa, toda referencia al Protocolo constituirá al mismo tiempo una referencia a cualquiera de sus anexos. Los anexos que se adopten después de la entrada en vigor del presente Protocolo sólo podrán contener listas, formularios y cualquier otro material descriptivo que trate de asuntos científicos, técnicos, de procedimiento o administrativos.

2. Cualquiera de las Partes podrá proponer un anexo del presente Protocolo y enmiendas a anexos del Protocolo.

3. Los anexos del presente Protocolo y las enmiendas a anexos del Protocolo se aprobarán en un período ordinario de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes. La secretaría comunicará a las Partes el texto de cualquier propuesta de anexo o de enmienda a un anexo al menos seis meses antes del período de sesiones en que se proponga su aprobación. La secretaría comunicará asimismo el texto de cualquier propuesta de anexo o de enmienda a un anexo a las Partes y signatarios de la Convención y, a título informativo, al Depositario.

4. Las Partes pondrán el máximo empeño en llegar a un acuerdo por consenso sobre cualquier proyecto de anexo o de enmienda a un anexo. Si se agotan todas las posibilidades de obtener el consenso sin llegar a un acuerdo, el anexo o la enmienda al anexo se aprobará, como último recurso, por mayoría de tres cuartos de las Partes presentes y votantes en la reunión. La secretaría comunicará el texto del anexo o de la enmienda al anexo que se haya aprobado al Depositario, que lo hará llegar a todas las Partes para su aceptación.

5. Todo anexo o enmienda a un anexo, salvo el anexo A o B, que haya sido aprobado de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 3 y 4 *supra* entrará en vigor para todas las Partes en el presente Protocolo seis meses después de la fecha en que el Depositario haya comunicado a las Partes la aprobación del anexo o de la enmienda al anexo, con excepción de las Partes que hayan notificado por escrito al Depositario dentro de ese período que no aceptan el anexo o la enmienda al anexo. El anexo o la enmienda al anexo entrará en vigor para las Partes que hayan retirado su notificación de no aceptación al nonagésimo día contado desde la fecha en que el Depositario haya recibido el retiro de la notificación.

6. Si la aprobación de un anexo o de una enmienda a un anexo supone una enmienda al presente Protocolo, el anexo o la enmienda al anexo no entrará en vigor hasta el momento en que entre en vigor la enmienda al presente Protocolo.

7. Las enmiendas a los anexos A y B del presente Protocolo se aprobarán y entrarán en vigor de conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 20, a reserva de que una enmienda al anexo B sólo podrá aprobarse con el consentimiento escrito de la Parte interesada.

Artículo 22

1. Con excepción de lo dispuesto en el párrafo 2 *infra*, cada Parte tendrá un voto.

2. Las organizaciones regionales de integración económica, en los asuntos de su competencia, ejercerán su derecho de voto con un número de votos igual al número de sus Estados miembros que sean Partes en el presente Protocolo. Esas organizaciones no ejercerán su derecho de voto si cualquiera de sus Estados miembros ejerce el suyo y viceversa.

Artículo 23

El Secretario General de las Naciones Unidas será el Depositario del presente Protocolo.

Artículo 24

1. El presente Protocolo estará abierto a la firma y sujeto a la ratificación, aceptación o aprobación de los Estados y de las organizaciones regionales de integración económica que sean Partes en la Convención. Quedará abierto a la firma en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York del 16 de marzo de 1998 al 15 de marzo de 1999, y a la adhesión a partir del día siguiente a aquél en que quede cerrado a la firma. Los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión se depositarán en poder del Depositario.

2. Las organizaciones regionales de integración económica que pasen a ser Partes en el presente Protocolo sin que ninguno de sus Estados miembros lo sea quedarán sujetas a todas las obligaciones dimanantes del Protocolo. En el caso de una organización que tenga uno o más Estados miembros que sean Partes en el presente Protocolo, la organización y sus Estados miembros determinarán su respectiva responsabilidad por el cumplimiento de las obligaciones que les incumban en virtud del presente Protocolo. En tales casos, la organización y los Estados miembros no podrán ejercer simultáneamente derechos conferidos por el Protocolo.

3. Las organizaciones regionales de integración económica indicarán en sus instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión su grado de competencia con respecto a las cuestiones regidas por el Protocolo. Esas organizaciones comunicarán asimismo cualquier modificación sustancial de su ámbito de competencia al Depositario, que a su vez la comunicará a las Partes.

Artículo 25

1. El presente Protocolo entrará en vigor al nonagésimo día contado desde la fecha en que hayan depositado sus instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión no menos de 55 Partes en la Convención, entre las que se cuenten Partes del anexo I cuyas emisiones totales representen por lo menos el 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del anexo I correspondiente a 1990.

2. A los efectos del presente artículo, por "total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del anexo I correspondiente a 1990" se entiende la cantidad notificada, en la fecha o antes de la fecha de aprobación del Protocolo, por las Partes incluidas en el anexo I en su primera comunicación nacional presentada con arreglo al artículo 12 de la Convención.

3. Para cada Estado u organización regional de integración económica que ratifique, acepte o apruebe el presente Protocolo o se adhiera a él una vez reunidas las condiciones para la

entrada en vigor establecidas en el párrafo 1 *supra*, el Protocolo entrará en vigor al nonagésimo día contado desde la fecha en que se haya depositado el respectivo instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

4. A los efectos del presente artículo, el instrumento que deposite una organización regional de integración económica no contará además de los que hayan depositado los Estados miembros de la organización.

Artículo 26

No se podrán formular reservas al presente Protocolo.

Artículo 27

1. Cualquiera de las Partes podrá denunciar el presente Protocolo notificándolo por escrito al Depositario en cualquier momento después de que hayan transcurrido tres años a partir de la fecha de entrada en vigor del Protocolo para esa Parte.

2. La denuncia surtirá efecto al cabo de un año contado desde la fecha en que el Depositario haya recibido la notificación correspondiente o, posteriormente, en la fecha que se indique en la notificación.

3. Se considerará que la Parte que denuncia la Convención denuncia asimismo el presente Protocolo.

Artículo 28

El original del presente Protocolo, cuyos textos en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso son igualmente auténticos, se depositará en poder del Secretario General de las Naciones Unidas. HECHO en Kyoto el día once de diciembre de mil novecientos noventa y

siete. EN TESTIMONIO DE LO CUAL los infrascritos, debidamente autorizados a esos efectos, han firmado el presente Protocolo en las fechas indicadas. (17)

ANEXO No. 3 DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN PAJA

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 00452
ST: 11 - 0031 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn.: --
Dirección: Ciudadela Sultana de los Andes, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 02 de Marzo de 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 02 / 23 - 16:40
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 02 / 21 - 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 02 / 23 - 2011 / 03 / 02
TIPO DE MUESTRA: Paja
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 0098-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.
PUNTO DE MUESTREO: Páramo Pichan Central
ANÁLISIS SOLICITADO: Carbono Orgánico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Orgánico	PEE /LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	41,12	--	--

OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca
- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


BQF. Ximena Carrión
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
 E INSPECCION
 LAB - CESTTA
 ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M
JEFE DE LABORATORIO

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 00626
ST: 11 - 0034 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn: --
Dirección: Ciudadela Sultana de los Andes, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 25 de Marzo de 2011

NUMERO DE MUESTRAS: 1

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 03 / 17 - 11:30

FECHA DE MUESTREO: 2011 / 02 / 21 - 11:00

FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 03 / 17 - 2011 / 03 / 25

TIPO DE MUESTRA: Paja

CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 0110-11

CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.

PUNTO DE MUESTREO: Páramo Pichan Central

ANÁLISIS SOLICITADO: Carbono Orgánico

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro

CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Orgánico	PEE /LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	52,55	--	--

OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca
- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


BQF. Ximena Carrión
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
E INSPECCION
LAB - CESTTA


Dra. Nancy Veloz M
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO No. 4 DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN ALMOHADILLA

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 00452
ST: 11 - 0031 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn. --
Dirección: Ciudadela Sultana de los Andes, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 02 de Marzo de 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 02 / 23 - 16:40
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 02 / 21 - 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 02 / 23 - 2011 / 03 / 02
TIPO DE MUESTRA: Almoadilla
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 0099-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.
PUNTO DE MUESTREO: Páramo Pichan Central
ANÁLISIS SOLICITADO: Carbono Orgánico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Orgánico	PEE /LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	28,91	--	--

OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


BQF. Ximena Carrión
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
 E INSPECCION
 LAB - CESTTA
 ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M
JEFE DE LABORATORIO

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 00626
ST: 11 - 0034 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn. --
Dirección: Ciudadela Sultana de los Andes, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 25 de Marzo de 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 03 / 17 - 11:30
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 02 / 21 - 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 03 / 17 - 2011 / 03 / 25
TIPO DE MUESTRA: Almohadilla
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 0112-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.
PUNTO DE MUESTREO: Páramo Pichan Central
ANÁLISIS SOLICITADO: Carbono Orgánico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0°C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Orgánico	PEE/LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	42,02	--	--

OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca
- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


BQF. Ximena Carrión
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
 E INSPECCION
 LAB - CESTTA


Dra. Nancy Veloz M
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO No. 5 DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN RAICES

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 00452
ST: 11 - 0031 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn.: --
Dirección: Ciudadela Sultana de los Andes, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 02 de Marzo de 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 02 / 23 - 16:40
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 02 / 21 - 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 02 / 23 - 2011 / 03 / 02
TIPO DE MUESTRA: Bromas
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 0100-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.
PUNTO DE MUESTREO: Páramo Pichan Central
ANÁLISIS SOLICITADO: Carbono Orgánico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Orgánico	PEE /LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	11,94	--	--


OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


BQF. Ximena Carrión
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M
JEFE DE LABORATORIO

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 00626
ST: 11 - 0034 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn: --
Dirección: Ciudadela Sultana de los Andes, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 25 de Marzo de 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 03 / 17 - 11:30
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 02 / 21 - 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 03 / 17 - 2011 / 03 / 25
TIPO DE MUESTRA: Raíz
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 0111-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.
PUNTO DE MUESTREO: Páramo Pichan Central
ANÁLISIS SOLICITADO: Carbono Orgánico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETRO	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Orgánico	PEE /LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	44,14	--	--

OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca
- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:


BQF. Jimena Carrión
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA


Dra. Nancy Veloz M
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO No. 6 DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELO 1

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 0451
ST: 11 - 0069 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn. -
Dirección: Cda. Sultana de los Andes

FECHA: 02 de Marzo del 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011/02/ 23- 16:40
FECHA DE MUESTREO: 2011/02/ 21- 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 /02/ 23 - 2011 /03 / 02
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-S 711-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Suelo 1
PUNTO DE MUESTREO: Paramo Pichan Central
ANÁLISIS SOLICITADO: Tabla 6 RAOHE
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 24.0 °C. T mín.: 19.0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Organico Total	PEE/LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	2,82	-	-

OBSERVACIONES:

- Muestras transportada en refrigeración.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO No. 7 DETERMINACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELO 2

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 0451
ST: 11 - 0069 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: Sr. Francisco Haro
Atn. -
Dirección: Cda. Sultana de los Andes

FECHA: 02 de Marzo del 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011/ 02/ 23- 16:40
FECHA DE MUESTREO: 2011/ 02/ 21- 11:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 /02/ 23 - 2011 /03 / 02
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-S 712-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Suelo 2
PUNTO DE MUESTREO: Paramo Pichan Central
ANÁLISIS SOLICITADO: Tabla 6 RAOHE
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Francisco Haro
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 24.0 °C. T mín.: 19.0 °C

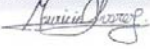
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Carbono Orgánico Total	PEE/LAB-CESTTA/147 EPA 9060	%	2,52	-	-

OBSERVACIONES:

- Muestras transportada en refrigeración.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
E INSPECCION
LAB - CESTTA
ESPQCH


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO No. 8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Prueba de Hipótesis 1

Para la prueba de hipótesis se utilizara la distribución t-student por cuanto los datos analizar son menores que 30.

Para las diferentes alturas se realizara un análisis comparativo con una prueba de hipótesis de comparación de medias independientes.

Datos obtenidos a una altura de 4090 msnm.

Hipótesis Nula (H₀): La cantidad de carbono en los datos la biomasa es igual a la cantidad de carbono del suelo, a una altura de 4090 msnm.

Hipótesis Alternativa (H₁): Existe mayor cantidad de carbono en los datos de la biomasa que del suelo a una altura de 4090 msnm.

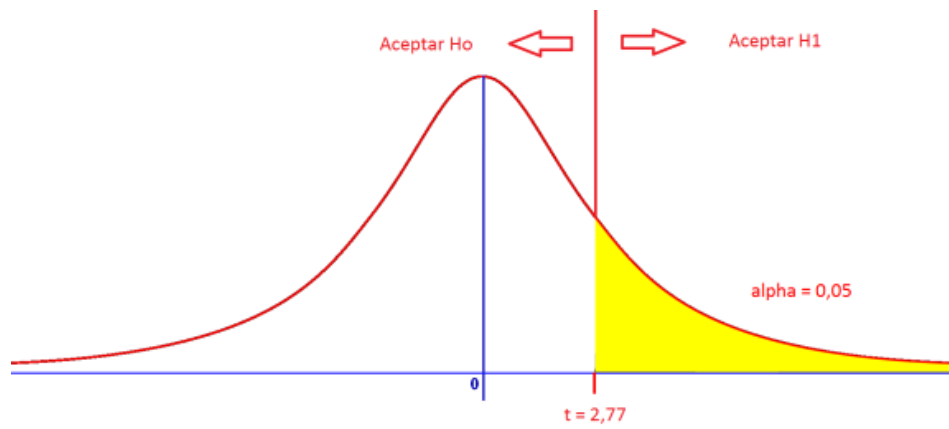
Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Región Crítica

Datos: $n_1 = 3$; $n_2 = 3$.

Grados de libertad = 4.

t (tabulada) = 2,77.



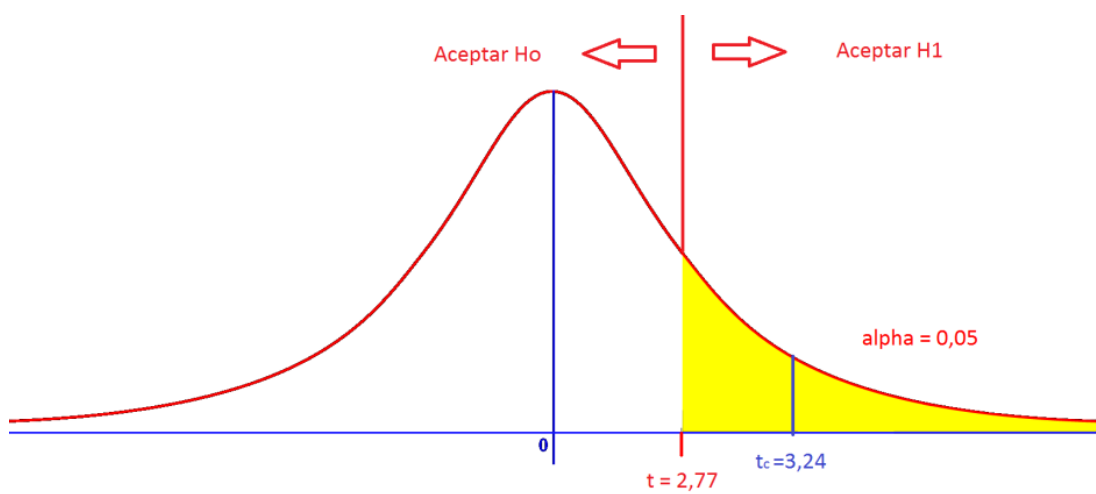
Cálculos

Promedio de los niveles de carbono

Biomasa	Suelo
0,0024	0,0018
0,0023	0,0018
0,0021	0,0020

t-Student: 3.2455

p-valor: 0.0158



Conclusión:

Se rechaza la hipótesis nula por cuanto el valor **P** es menor que 0,05 esto quiere decir que si existe un mayor número de carbono en la biomasa que en el suelo.

Prueba de Hipótesis 2

Datos obtenidos a una altura de 4100 msnm.

Hipótesis Nula (H₀): La cantidad de carbono en los datos la biomasa es igual a la cantidad de carbono del suelo a una altura de 4100 msnm.

Hipótesis Alternativa (H₁): Existe mayor cantidad de carbono en los datos de la biomasa que del suelo a una altura de 4100 msnm.

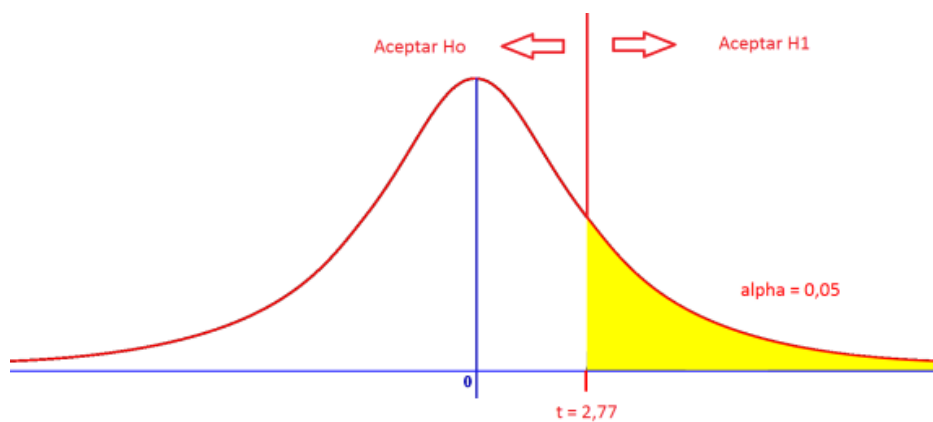
Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Región Crítica

Datos: $n_1 = 3$; $n_2 = 3$.

Grados de libertad = 4.

t (tabulada) = 2,77.



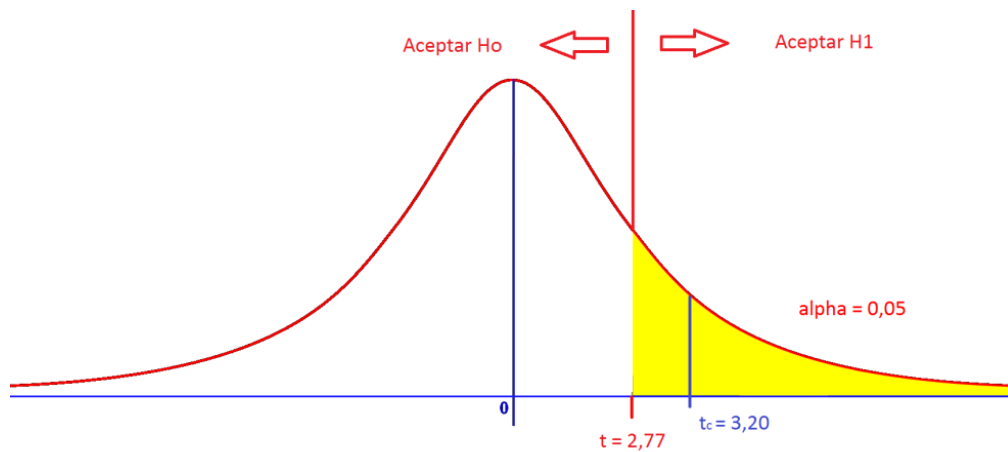
Cálculos:

Promedio de los niveles de carbono

Biomasa	Suelo
0,00475	0,00400
0,00433	0,00417
0,00460	0,00367

t-Student: 3.2040

p-valor: 0.0164



Conclusión:

Se acepta la hipótesis nula por cuanto el valor **P** es menor que 0,05 esto quiere decir que si existe un mayor número de carbono en la biomasa que en suelo.

Prueba de Hipótesis 3

Datos obtenidos a una altura de 4110 msnm.

Hipótesis Nula (H₀): La cantidad de carbono en los datos la biomasa es igual a la cantidad de carbono del suelo a una altura de 4110 msnm.

Hipótesis Alternativa (H₁): Existe mayor cantidad de carbono en los datos de la biomasa que del suelo a una altura de 4110 msnm.

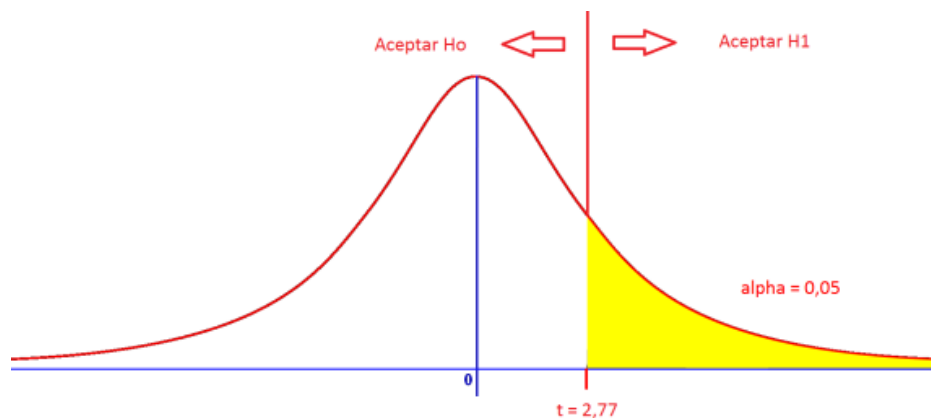
Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Región Crítica

Datos: $n_1 = 3$; $n_2 = 3$.

Grados de libertad = 4.

t (tabulada) = 2,77.

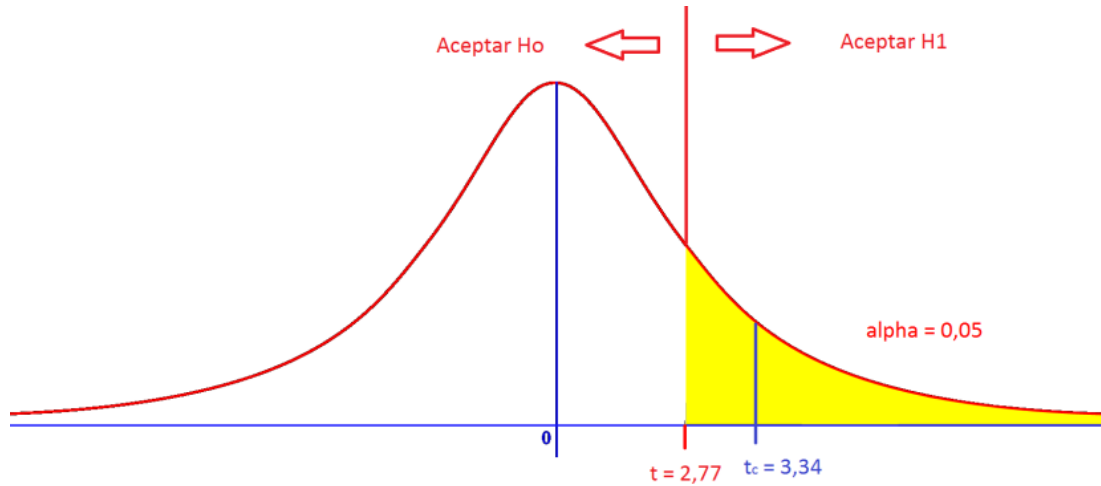


Cálculos:

Promedio de los niveles de carbono

Biomasa	Suelo
0,0051	0,0050
0,0050	0,0048
0,0049	0,0047

t-Student: 3,3482
p-valor: 0.0143



Conclusión:

Se acepta la hipótesis nula por cuanto el valor **P** es mayor que 0,05 esto quiere decir que si existe un mayor número de carbono en el suelo que en la biomasa.

Prueba de hipótesis

Datos obtenidos a una altura de 4120 msnm.

Hipótesis Nula (Ho): La cantidad de carbono en los datos la biomasa es igual a la cantidad de carbono del suelo a una altura de 4120 msnm.

Hipótesis Alternativa (H1): Existe mayor cantidad de carbono en los datos de la biomasa que del suelo a una altura de 4120 msnm.

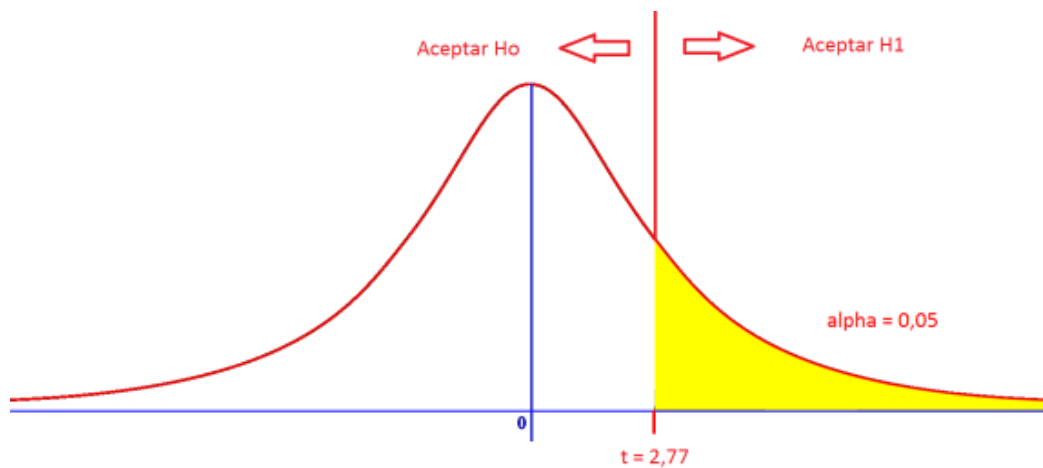
Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Región Crítica

Datos: $n_1 = 3$; $n_2 = 3$.

Grados de libertad = 4.

t (tabulada) = 2,77.



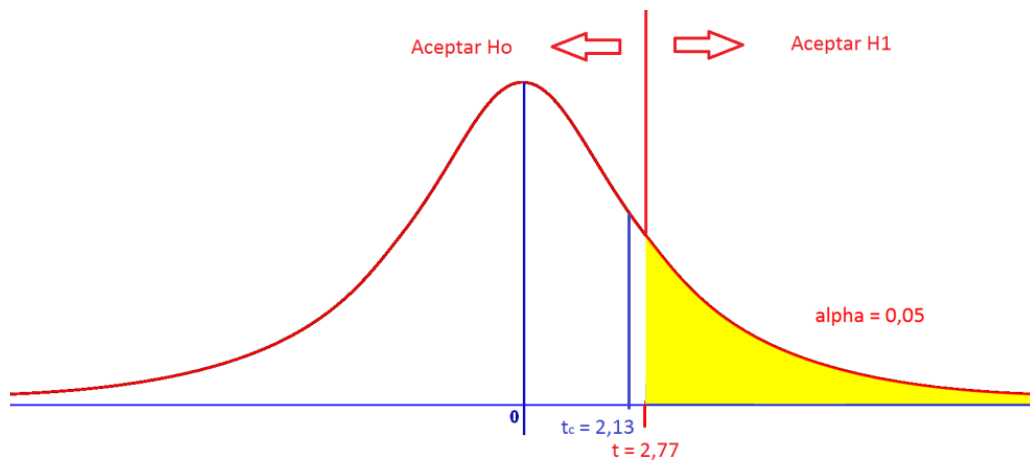
Cálculos:

Promedio de los niveles de carbono

Biomasa	Suelo
0,0051	0,0052
0,0056	0,0055
0,0056	0,0050

t-Student: 2.1370

p-valor: 0.0497



Conclusión:

Se acepta la hipótesis nula por cuanto el valor **P** es igual a 0,05 esto quiere que el nivel de carbono en la biomasa no es significativamente alto con relación al nivel de carbono del suelo.

Prueba de hipótesis

Datos obtenidos a una altura de 4130 msnm.

Hipótesis Nula (H₀): La cantidad de carbono en los datos la biomasa es igual a la cantidad de carbono del suelo a una altura de 4130 msnm.

Hipótesis Alternativa (H₁): Existe mayor cantidad de carbono en los datos de la biomasa que del suelo a una altura de 4130 msnm.

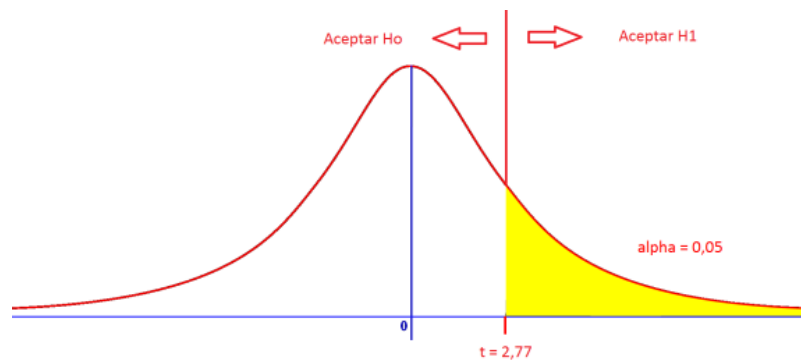
Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Región Crítica

Datos: $n_1 = 3$; $n_2 = 3$.

Grados de libertad = 4.

t (tabulada) = 2,77.



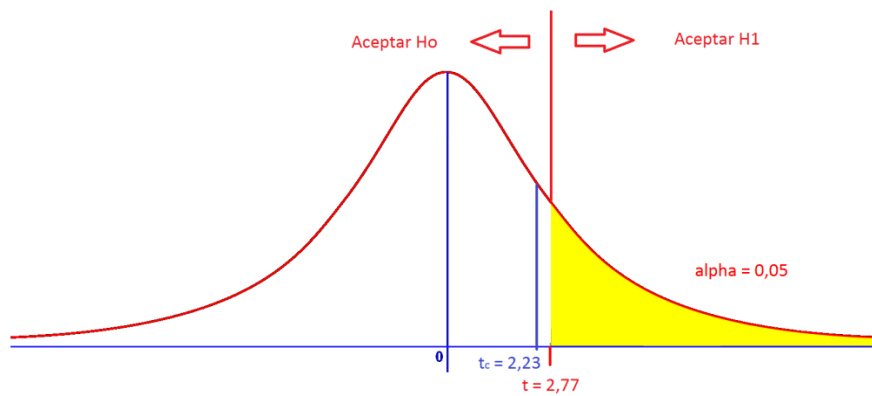
Cálculos

Promedio de los niveles de carbono

Biomasa	Suelo
0,0057	0,0052
0,0055	0,0052
0,0055	0,0055

t-Student: 2.2361

p-valor: 0.0445



Conclusión

Se acepta la hipótesis nula por cuanto el valor **P** es igual a 0,05 esto quiere que el nivel de carbono en la biomasa no es significativamente alto con relación al nivel de carbono del suelo.

ANEXO No. 9 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELOS



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

Nombre del remitente: Francisco Haro Avalos
 Fecha de ingreso: 16/02/2012
 Fecha de salida: 23/02/2012
 Ubicación: Páramo de la Comunidad de Pidián
 Nombre de la granja: Central-San Isidro
 Cantón: Guano
 Provincia: Chimborazo

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS

Ident.	pH	% M.O	% NH4	P	K	C.E. (mmhos/cm)	% C.Org	Textura	Estructura	% Poros	% Granulometría					
											Tamaño de las partículas del suelo	>3.5 mm	2.0 mm	1.0 mm	0.5 mm	0.25 mm
Suelo	5.8 L	3.8 M	6.8 B	7.0 B	364.1 M	2.5 salino	2.2	Fraco arenosa	suelta	48	23.3	9.1	12.2	8.9	11.3	35.2

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
L.Ac. Ligeramente ácido	M: medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo

Elizabeth Pachacama
 Ing. Elizabeth Pachacama
 TECNICO DE LABORATORIO

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



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

Nombre del remitente: Enma Rodríguez
 Francisco Haro
Ubicación de la muestra: Montesito Nevadero
 Nombre del sector: Pichán Central
 San Isidro Cantón
 Chimborazo Provincia

Fecha de ingreso: 09/06/2011
Fecha de salida : 16/06/2011

RESULTADOS E INTERPRETACION DEL ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE SUELOS

Identificación n	pH	% M.O	mg/L			Cond. Eléct. (mmhos/cm)	D.A (g/cc)	D.R (g/cc)	Textura	Estructura	Estab. Estruct.	Consistencia			
			NH4	P	K							% Poros	Seco	Mojado	Suelta
Suelo	5.7 LAc	6.1 A	8.4 B	38.0 A	509.6 A	< 0.2	1.6	2.65	Franco arenosa	Suelta	baja	60	Suelta	Mojado	Suelta

CODIGO	
N / Neutro	A / alto
Ac / Acido	M / medio
LAc / Ligeramente Acido	B / bajo

Ing. Mario E. Oñate A.
DIRECTOR DPTO SUELOS
 Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana sur Km 1/4, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

Ing. Elizabeth Pachacama Ch.
TECNICO DE LABORATORIO

FOTOGRAFÍA No. 8 RUTA DE ACCESO.



FOTOGRAFÍA No. 9 PÁRAMO DE LA COMUNIDAD DE PICHÁN CENTRAL.



FOTOGRAFÍA No. 10 ELABORACION DE CANASTAS PARA EL SECADO DE MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 11 ELABORACION DEL TAMIZ.



FOTOGRAFÍA No. 12 MUESTRA DE PAJA Y ALMOHADILLA.



FOTOGRAFÍA No. 13 LAVADO DE MUESTRAS DE PAJA.



FOTOGRAFÍA No. 14 LAVADO DE MUESTRAS DE ALMOHADILLA.



FOTOGRAFÍA No. 15 PREPARACIÓN Y SECADO DE LA MUESTRA DE SUELO.



FOTOGRAFÍA No. 16 SECADO DE RAICES.



FOTOGRAFÍA No. 17 ROTULACIÓN DE MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 18 MOLIDO DE PAJA.



FOTOGRAFÍA No. 19 CERNIDO DE PAJA.



FOTOGRAFÍA No. 20 MOLIDO DE PAJA RAÍZ.



FOTOGRAFÍA No. 21 CERNIDO DE PAJA RAÍZ.



FOTOGRAFÍA No. 22 MOLIDO DE ALMOHADILLA.



FOTOGRAFÍA No. 23 CERNIDO DE ALMOHADILLA.



FOTOGRAFÍA No. 24 MOLIDO DE ALMOHADILLA RAÍZ.



FOTOGRAFÍA No. 25 CERNIDO DE ALMOHADILLA RAÍZ.



FOTOGRAFÍA No. 26 CERNIDO DE SUELOS.



FOTOGRAFÍA No. 27 MUESTRAS LISTAS PARA SER LLEVADAS AL LABORATORIO.



FOTOGRAFÍA No. 28 PESADO DE MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 29 COLOCACIÓN DEL DICROMATO DE POTASIO EN LAS MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 30 COLOCACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO EN LAS MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 31 COLOCACIÓN DE AGUA DESTILADA EN LAS MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 32 MUESTRAS EN REPOSO (24 HORAS).



FOTOGRAFÍA No. 33 FILTRADO DE MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 34 AFORACIÓN DE MUESTRAS.



FOTOGRAFÍA No. 35 LECTURA DE MUESTRAS EN EL ESPECTROFOTÓMETRO.



FOTOGRAFÍA No. 36 Y 37 COLABORADORES.

