

**DETERMINACIÓN DE CARBONO EN EL SUELO DE BOSQUE NATIVO DE
CEJA ANDINA EN EL SECTOR GUANGRA, PARROQUIA ACHUPALLAS,
CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

JOSÉ LUIS AMAGUAYA LLAMUCA

TESIS

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

RIOBAMBA-ECUADOR

2015

EL TRIBUNAL DE TESIS, CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado: **DETERMINACIÓN DE CARBONO EN EL SUELO DE BOSQUE NATIVO DE CEJA ANDINA EN EL SECTOR GUANGRA, PARROQUIA ACHUPALLAS, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO** de responsabilidad del Sr. Egresado José Luis Amaguaya Llamuca, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Oscar Guadalupe
DIRECTOR

Ing. Erika Cabezas
MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

Riobamba, Febrero 2015

DEDICATORIA

A Dios, por darme la salud, permitirme ante las adversidades tomar las mejores decisiones y por finalmente cumplir mi meta.

A mis padres, Segundo Juan Amaguaya y María del Rosario Llamuca, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mí apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad. Y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

A mis hermanos, Fausto, Rosa, Manuel, Alejandrina, Magdalena y Nancy, por brindarme siempre su fuerza y apoyo incondicional, porque me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A mis sobrinos, a mi sobrina Kerly mi princesa hermosa, por ser lo más inocente, porque su candidez me llena de vida.

A todos mis amigos, Diego Damián, Mario. S, Roy. I, Marco. P, Juan. G, Víctor. F, por compartir los buenos y malos momentos en las aulas de clases, y a las personas que han apoyado en esta etapa de mi vida, Joanna. A, Gabriela. N, Juan. P, por estar en los momentos que más necesite de su apoyo gracias por la confianza y apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir otra etapa en mi vida.

Y a todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto, ustedes saben quiénes son por todo esto les agradezco de todo corazón de que estén conmigo.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento infinito a DIOS por darme la luz del conocimiento y perseverancia para concluir el presente trabajo.

A mis Padres, por ser los principales gestores de la formación académica que culmina; ya que con sus consejos, enseñanzas y sustento, han logrado guiarme por el duro camino de la vida.

A todos los docentes de la Facultad que sin duda alguna no escatimaron esfuerzo alguno para dar todo de sí, en especial a los miembros del Tribunal de Tesis en las personas del Ing. Oscar Guadalupe Director, Ing. Erika Cabezas Asesor, quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba mi capacidad y conocimientos en el desarrollo de este nuevo tema de investigación el cual ha finalizado con éxito llenando todas las expectativas planteadas

De igual manera agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y particularmente a la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, por brindarme la oportunidad de formarme profesional e íntegramente.

A la Universidad Nacional de Chimborazo a través del proyecto “Caracterización Biogeográfica de las subcuencas hídricas para la adaptación al cambio climático considerando el paisaje cultural andino de la parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo” por confiar en mí y darme su auspicio, en especial a los ingenieros Franklin Cargua, Marco Rodríguez y Diego Damián que han sido guías en el trabajo desarrollado.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO	PAG.
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE GRÁFICOS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE ANEXOS	v
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. JUSTIFICACIÓN	3
B. OBJETIVOS	4
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	21
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	63
VIII. RESUMEN	64
IX. SUMMARY	65
X. BIBLIOGRAFÍA	66
XI. ANEXOS	70

LISTA DE CUADROS

Nº	CONTENIDO	Página
1	Clasificación de las partículas del suelo según el United States Department of Agriculture	13
2	Grados de estructura del suelo	13
3	Porcentaje de Materia Orgánica en el suelo	14
4	Análisis de Varianza (ADEVA)	29
5	Datos de acceso al conglomerado	31
6	Ubicación del conglomerado y datos generales de la parcela	32
7	Ubicación de los puntos de muestreo para Determinación de Carbono	32
8	Características físicas de los suelos de bosque del sector Guangra.	35
9	Análisis de varianza según la densidad aparente a diferentes profundidades	36
10	Análisis de varianza según el pH a diferentes profundidades	37
11	Análisis de varianza según la humedad a diferentes profundidades	38
12	Análisis de varianza según la materia orgánica a diferentes profundidades	40
13	Análisis de varianza según el contenido de Nitrógeno en el suelo de bosque	41
14	Análisis de varianza según el contenido de Potasio en el suelo de bosque	42
15	Análisis de varianza según el contenido de Fósforo en el suelo de Bosque	44
16	Análisis de varianza según la relación C/N en el suelo de bosque	45
17	Análisis de varianza según el contenido de Carbono Orgánico Total por el Método Lost Ignición en el suelo de bosque	46

N°	CONTENIDO	Página
18	Prueba de Tukey al 5% entre parcelas según el contenido total de Carbono por el Método de Lost Ignición en el suelo de bosque	47
19	Carbono almacenado en el Suelo de Bosque por el Método de Lost Ignición	48
20	Análisis de varianza según el contenido de Carbono Orgánico Total por el Método de Dumas en el Equipo Flash 2000	49
21	Prueba de Tukey al 5% entre parcelas según el contenido total de Carbono por el método de Dumas en el suelo de bosque	50
22	Carbono almacenado en el Suelo de Bosque por el Método de Dumas	51
23	Contenido de COT obtenidos por el método Lost Ignición y el método Dumas	54
24	Número de individuos totales en el conglomerado	55
25	Clases diamétricas por especie en el conglomerado	56
26	Área basal total por especie en el conglomerado	57
27	Volumen total (m ³) en el conglomerado	58
28	Identificación de árboles de regeneración en el conglomerado	59
29	Valor de importancia de especies (“C1”)	60
30	Datos promedio del contenido de COT del suelo con relación a la altitud del bosque nativo del sector Guangra	60
31	Contenido de C almacenado en la Biomasa Aérea del bosque de Guangra	61
32	Contenido de COT presente en el depósito de suelo y bosque del sector de Guangra	61

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	CONTENIDO	Página
1	Densidad Aparente a diferentes profundidades	37
2	Valor de pH a diferentes profundidades	38
3	Contenido de humedad (%) en el suelo de bosque de Guangra	39
4	Contenido Materia Orgánica (%) en el suelo de bosque de Guangra	40
5	Contenido de nitrógeno (g/kg) en el suelo de bosque de Guangra	42
6	Contenido de potasio (kg/ha) en el suelo de bosque de Guangra	43
7	Contenido de fósforo (kg/ha) en el suelo de bosque de Guangra	44
8	Relación C/N en el suelo de bosque de Guangra	46
9	Carbono acumulado entre parcelas en ton ha ⁻¹ por el método de Lost Ignición en el suelo de bosque nativo del Sector Guangra	47
10	Contenido de Carbono Orgánico Total a diferentes profundidades por el Método de Lost Ignición	49
11	Carbono acumulado entre parcelas en ton ha ⁻¹ por el método de Dumas en el suelo de bosque nativo del Sector Guangra	50
12	Contenido de Carbono Orgánico Total a diferentes profundidades por el Método de Dumas	52
13	Representación gráfica de la recta de regresión lineal para los resultados obtenidos por ambos métodos.	53

LISTA DE FIGURAS

N°	CONTENIDO	Página
1	Tipos de horizontes	12
2	Parcelas de muestreo permanentes	24
3	Ubicación de los puntos para la caracterización física del suelo y de las cinco calicatas (MAE, 2012).	25
4	Número de cilindros a extraer por profundidad en las cinco calicatas: (a) C Orgánico y (b) para D aparente (MAE, 2012).	26
5	Diagrama de flujo para el método Dumas automatizado	28
6	Mapa de ubicación geográfica de la zona de estudio	33
7	Mapa de ubicación de las parcelas y puntos de muestreo	34

LISTA DE FOTOS

N°	CONTENIDO	Página
1	Medición de la vegetación en las parcelas	23
2	Medición de Sub-parcelas de 20x20 m.	23
3	Extracción de la muestra de suelo a cada profundidad	26
4	Equipo Flash 2000	27

LISTA DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	Página
1	Formulario para campo	70
2	Trazado o instalación de las parcelas	75
3	Densidad Aparente (g/cm ³) a cada profundidad	76
4	pH y Conductividad Eléctrica (mS/cm) a cada profundidad	76
5	Contenido de Humedad del Suelo (%) a cada profundidad	77
6	Contenido de Materia Orgánica (%) a cada profundidad	77
7	Tabla de interpretación de contenido de nitrógeno en el suelo	77
8	Tabla de interpretación de contenido de potasio en el suelo	78
9	Tabla de interpretación de contenido de fosforo en el suelo	78
10	Tabla de interpretación de la relación C/N en el suelo	78
11	Recolección e identificación de muestras botánicas	78
12	Documentación fotográfica de las especies registradas.	79
13	Toma de muestras en campo	80
14	Trabajo de Laboratorio	81
15	Medición de árboles vivos, muertos en pie y tocones	82
16	Especies registradas en el Conglomerado	88

I. DETERMINACIÓN DE CARBONO EN EL SUELO DE BOSQUE NATIVO DE CEJA ANDINA EN EL SECTOR GUANGRA, PARROQUIA ACHUPALLAS, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

II. INTRODUCCIÓN

Los estratos preliminares de bosques nativos se caracterizan porque pueden ser fácilmente diferenciados por sus características climáticas, fisionómicas y especialmente debido a su potencial contenido de carbono.

Actualmente el bosque de Ceja Andina está presente en forma de islas de bosques natural (fragmentos o parches) relegados a las quebradas, o en suelos con pendientes pronunciadas. Éste tipo de vegetación se caracteriza por ser una zona de transición entre el bosque montano y el páramo, los árboles crecen irregularmente, con troncos ramificados desde la base. Se encuentra en las provincias de Bolívar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua, en un rango altitudinal que varía entre los 2800 y 4000 msnm. El dosel de los arboles está entre los 5 y 10 metros de altura.

Aunque este tipo de vegetación a menudo se ha considerado como consumidores de dióxido de carbono, los bosques maduros son prácticamente neutros en cuanto al carbono, y son solamente los alterados y los jóvenes los que actúan como dichos consumidores.

El suelo es uno de los recursos básicos que sustentan la vida en el planeta. De tal manera se afirma, que toda la vida terrestre se relaciona directamente con el suelo y depende del mismo. El suelo ha sido estudiado durante muchos años, y hoy es bien conocido que hay factores que dañan y amenazan su existencia; como también hay otros que contribuyen a perpetuarlos para las futuras generaciones.

Los suelos son el mayor reservorio de carbono en los ecosistemas terrestres y a su vez la mayor fuente de CO₂ atmosférico, el cual es producido mediante un proceso denominado respiración del suelo.

Desde el suelo de los bosques se emiten cantidades considerables de carbono hacia la atmósfera, los factores ambientales como la humedad y la temperatura del suelo, ejercen

un control importante sobre las tasas de emisión. Un incremento en la emisión de CO₂ desde los suelos de estos ecosistemas, en respuesta a los cambios ambientales, puede tener grandes implicaciones en el balance global del carbono.

Es importante en el desarrollo de los suelos los factores que se involucran para la formación de los mismos, la roca madre o material matricial influirá en el producto de la formación de un nuevo suelo; el clima factor determinante; los organismos han sido muy cuestionados y discutido, vegetales y animales influyen en forma directa en la formación del suelo, la topografía o relieve estos desniveles determinan su morfología y actúa principalmente como modificador de la erosión geológica activa; el tiempo resulta innegable.

La acumulación y el secuestro de carbono son servicios ecosistémicos que cumplen funciones importantes para la regulación de gases. Se ha demostrado que los ecosistemas forestales, con un manejo adecuado, pueden secuestrar más C que otros ecosistemas terrestres, contribuyendo a la mitigación del cambio climático, producido por el aumento de la concentración del CO₂ atmosférico.

La presente investigación se llevó a cabo en una zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sangay que es un área protegida que comprende ecosistemas que van desde la región amazónica hasta la sierra ecuatoriana. Fue creado bajo Acuerdo Ministerial No. 190 del 16 de junio de 1975 como Reserva Ecológica Sangay. Posteriormente, el 26 de julio de 1979 fue categorizado como Parque Nacional. Su extensión es de 502 067 hectáreas y su altura varía desde los 90 hasta los 5319 metros sobre el nivel del mar y su territorio se divide entre las provincias de Morona Santiago, Tungurahua, Chimborazo y Cañar (MAE, 2008)

En 1983 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declaró al **Parque Nacional Sangay** como **Patrimonio Natural de la Humanidad**, debido a su gran importancia biológica, ecológica y cultural (MAE 2008).

A. JUSTIFICACIÓN

Los bosques son por excelencia los pulmones naturales del planeta. Sin embargo el bosque nativo del sector Guangra es un ecosistema vulnerable debido al cambio progresivo de uso del suelo y por ser unos sistemas ecológicos complejos se encuentran amenazados por la alteración del planeta debido al cambio climático.

Los suelos son el mayor reservorio de carbono en los ecosistemas terrestres y a su vez la mayor fuente de CO₂ atmosférico, un incremento en la emisión de CO₂ desde los suelos de estos ecosistemas, en respuesta a los cambios ambientales, puede tener grandes implicaciones en el balance global del carbono.

Por ello se planteó el presente estudio para contar con información actualizada y fiable sobre la captura y almacenamiento de carbono en el suelo de bosque nativo de ceja andina del sector Guangra en la parroquia Achupallas, en este sentido, la investigación obtenida puede ser utilizada tanto para reportes locales e internacionales del contenido de carbono existente en este tipo de ecosistema, buscando alcanzar beneficios en las negociaciones por créditos de carbono , la información sobre los stocks de carbono, dentro del concepto de Monitoreo, Reporte y Verificación MRV propuesto por el IPCC. Lo cual nos permite tomar decisiones de manejo y conservación efectiva a mediano y largo plazo de este recurso suelo.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Determinar el carbono en el suelo de bosque nativo de ceja andina en el sector Guangra, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.

2. Objetivos específicos

- a. Cuantificar el contenido de carbono orgánico total en el suelo mediante dos métodos (Lost Ignición - Combustión Dumas).
- b. Analizar y validar el método adecuado para la fijación de carbono.
- c. Determinar el contenido de carbono a distintas altitudes y la influencia en el crecimiento de las especies.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula - H_0

La cantidad de carbono acumulado en el suelo de bosque nativo de ceja andina no varía a diferentes profundidades y altitudes.

2. Hipótesis alternante - H_1

La cantidad de carbono acumulado en el suelo de bosque nativo de ceja andina varía a diferentes profundidades y altitudes

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. FIJACIÓN DE CARBONO EN EL SUELO

El suelo es un elemento natural de importancia máxima para la vida de los seres vivos. Además de brindar un medio adecuado para el desarrollo de las plantas, tiene la capacidad para purificar, almacenar y regular el abasto de agua, y de acumular carbono y retenerlo por varios periodos de tiempo, y transformar los residuos orgánicos que la agricultura genera, además de constituir un elemento fundamental del paisaje (Estrada, I., 2007).

La acumulación de carbono orgánico en el suelo (COS) es un proceso importante para mitigar efectos del cambio climático, ya que el suelo, además de ser un sumidero, es un reservorio de carbono estabilizado (Hernández, M., 2012).

El carbono se encuentra formando parte de la mayoría de los elementos que conforman la naturaleza así: en el agua bajo la forma de compuestos carbónicos disueltos y en el aire como dióxido de carbono o anhídrido carbónico. Este elemento es el más importante en la vida de los organismos vivos, ya que representan aproximadamente el 50% del peso seco (Cargua, F. Rodríguez, M., 2013).

1. Captura de carbono en suelos

El carbono en el suelo puede estar presente en dos formas, Carbono Orgánico del Suelo (COS) y Carbono Inorgánico del Suelo (CIS). El COS es el componente principal de la materia orgánica del suelo (MOS), la cual juega un papel importante en la productividad de los suelos tropicales como reserva de nutrientes. El COS almacenado en los primeros 100 cm de profundidad es de 1462-1548 Pg de carbono ($1 \text{ Pg} = 1 \times 10^{15} \text{ g}$) en el mundo. Este Carbono forma uno de los principales compartimientos terrestres, mayor que el Carbono biótico y que el atmosférico. El COS es un indicador de la calidad de suelo y sirve para detectar los cambios en el tiempo (González M. Etchevers B. Hidalgo M., 2008)

La investigación en esquemas de captura de carbono (CC) por sistemas naturales se encuentra relacionada con el estudio del valor de las funciones ecológicas de los

ecosistemas naturales. Aunque el concepto de ciclo de carbono en la naturaleza y la capacidad de absorción del suelo y los océanos ha sido conocido durante largo tiempo, no fue sino hasta 1976 que la idea de los bosques como “almacenadores” de las emisiones de combustibles fósiles fue propuesto por primera vez (WRI, 2001).

El secuestro del CO₂ atmosférico asociado a determinados cambios de uso de la tierra se está convirtiendo en una estrategia para mitigar los efectos de las emisiones de los gases de invernadero (Batjes, 1998; Lal, 2001). La Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (2001) resalta el enorme potencial de los suelos en el secuestro de carbono con la ventaja añadida del incremento de la productividad del suelo, de especial importancia en áreas con suelos degradados (Hontoria, C. Rodríguez, J. Murillo, A., 2004).

El programa FAO-IFAD incide en la misma idea enlazando la Convención sobre Cambio Climático-Protocolo de Kioto, la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Convención sobre Biodiversidad (FAO, 2001).

2. Secuestro de carbono en suelos

El secuestro de carbono en el suelo ocurre teniendo a las plantas como paso intermedio. Las plantas convierten el CO₂ de la atmósfera en tejido vegetal mediante la fotosíntesis (Rice, W., 2001).

Las plantas mediante la fotosíntesis incorporan el CO₂ atmosférico a los procesos metabólicos. Todos los componentes del árbol como: follaje, ramas, raíces, y fuste, están compuestos por el CO₂. La demanda de CO₂ aumenta a medida que cada estructura del árbol crece (Ortiz, A. & Riascos, L., 2006).

Los bosques cubren el 29% de las tierras y contienen el 60% del carbono de la vegetación terrestre. El carbono almacenado en los suelos forestales representa el 36% del total del carbono del suelo a un metro de profundidad (1.500 Pg) (Zambrano, A., Franquis, F., 2004).

Los ecosistemas forestales contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro uso de la tierra y sus suelos (que contienen cerca del 40% del total del carbono) son de importancia primaria cuando se considera el manejo de los bosques.

Por lo general, los bosques naturales se encuentran en equilibrio, pero tan pronto como ocurre la deforestación o la reforestación, ese equilibrio es afectado. Por lo tanto, donde la deforestación no puede ser detenida, es necesario un manejo correcto para minimizar las pérdidas de carbono. Así pues, la reforestación, sobre todo en suelos degradados será una forma importante de secuestro de carbono a largo plazo, tanto en la biomasa como en el suelo (Zambrano, A., Franquis, F., 2004).

Las tierras de pastoreo, según la (FAO, 2001), ocupan 3.200 millones de ha y almacenan entre 200 y 420 Pg en el ecosistema total, una gran parte del mismo debajo de la superficie y por tanto, en un estado relativamente estable. El carbono del suelo en las tierras de pastoreo es estimado en 70 t/ha, cifra similar a las cantidades almacenadas en los suelos forestales

Según (Mena, 2000). El sobrepastoreo no solo baja el nivel de carbono en el suelo por erosión y desperdicio de biomasa, sino que contribuye al secamiento irreversible del suelo. También este sobrepastoreo puede generar fuertes condiciones hidrofóbicas en el suelo. La humedad del suelo y su capacidad de retención de agua pueden disminuir hasta ser 3 del original.

El cambio en el contenido de carbono del suelo debido a un cambio en el uso de la tierra no suele superar los 20 Mg de carbono por ha (IPCC, 1997; Murty, 2002), excepto en condiciones de humedales.

3. Ciclo del carbono

El ciclo de carbono en los vegetales, comienza con la fijación del anhídrido carbónico atmosférico a través de los procesos de la fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, el anhídrido carbónico y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno en forma simultánea que pasa a la atmósfera. Parte del carbohidrato se consume directamente para suministrar energía a la planta, y el anhídrido carbónico así formado se libera a través de sus hojas o de su raíz (FAO, 2001).

Otra parte es consumida por los animales que también respiran y liberan anhídrido carbónico. Las plantas y animales al morir son descompuestos por microorganismos del

suelo, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en anhídrido carbónico y regrese a la atmósfera (FAO, 2001).

4. Carbono orgánico

El Carbono Orgánico del Suelo (COS), es una fuente de alimento para la mayoría de la vida en el suelo, que a su vez sustenta a plantas superiores que existen como parte de sistemas ecológicos terrestres más complejos (González M. Etchevers B. Hidalgo M., 2008).

El carbono orgánico en los suelos (COS) es un componente muy importante del ciclo global del carbono, ocupando un 69,8 % del C orgánico de la biosfera. La microbiología del suelo se ve afectada por dos ciclos: un ciclo lento, en el que la producción de carbono se mide en cientos de miles de años e implica el desgaste de las rocas y la disolución de carbonatos en la tierra y en los océanos y el ciclo de producción rápida de carbono, que se mide en años o décadas y constituyen una parte fundamental en el aspecto biológico de la naturaleza (FAO, 2001).

Los suelos contienen más C que la suma existente en la vegetación y en la atmósfera (Swift, R. (2001) citado por: Martínez. S., A. Faz Cano., 2008).

Los procesos que aumentan el contenido del COS son la producción de masa, la humificación, la agregación y la deposición de sedimentos, los que disminuyen el COS son la erosión, la lixiviación y la descomposición de materia orgánica. Durante estos procesos, una parte del carbono es reciclado a la atmósfera como CO₂, y otra se integra a los materiales descompuestos y forma ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, sustancias que participan en la agregación del suelo (Ortiz, V. & Ortiz, A., 1995).

5. La Materia orgánica en el suelo

El Carbono orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y microorganismos, en forma de humus y en formas muy condensadas de composición próxima al C elemental (Jackson M. (1964) citado por: Martínez, E. Fuentes, J. Acevedo, E., 2008).

En la materia orgánica del suelo (MOS) se distingue una fracción lábil, disponible como fuente energética, que mantiene las características químicas de su material de origen (hidratos de carbono, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos), y una fracción húmica, más estable, constituida por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos (Aguilera, S. M., 2000).

Las huminas representan más del 50% del COS en suelos minerales y más del 70 % del COS en sedimentos litificados (Kononova M. (1966) citado por: Martínez, 2008).

Según (Robert, M., 2002), la materia orgánica y la actividad biológica que esta genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos. La agregación y la estabilidad de la estructura del suelo aumentan con el contenido de materia orgánica. Estas a su vez, incrementan la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible en el suelo así como la resistencia contra la erosión hídrica y eólica. La materia orgánica del suelo también mejora la dinámica y la biodisponibilidad de los principales nutrientes de las plantas.

6. Descomposición del carbono

Este proceso de desintegración engloba a su vez dos subprocesos simultáneos: por un lado la fragmentación de partículas de un tamaño mayor en otras cada vez menores, hasta que los componentes estructurales (incluidos los celulares) no son ya reconocibles y por otro lado el catabolismo de los compuestos orgánicos.

Los microorganismos actúan de vínculo de unión entre los procesos de producción primaria y secundaria, propician la reintroducción de compuestos inorgánicos en el sistema y producen biomasa microbiana susceptible de servir como alimento a organismos detritívoros (Ordóñez J. (1999) citado por: Ortiz, 2006).

7. Programas de captura de carbono

Los programas de CC son instrumentos de política que fueron diseñados para aprovechar el mecanismo ecológico a favor de la protección ambiental y del combate a la contaminación y, por ende, al cambio climático. La disminución en esta concentración atmosférica puede ser el resultado de evitar emisiones (bosques que no son talados) o la captura del carbono atmosférico (absorción por almacenes naturales) (Yáñez, A., 2004).

De esta manera, las empresas emisoras de CO₂ pueden “compensar” el efecto negativo de las emisiones de sus actividades económicas mediante la inversión o compra de “créditos” en proyectos cuyo resultado sea la captura del carbono que se halla en la atmósfera (Yáñez, A., 2004).

B. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBONO

1. Método de pérdida de carbono por Ignición

El método de pérdida por ignición se basa en determinar la pérdida de peso de una muestra de suelo al someterla a una temperatura de 430 °C en horno-mufla durante 24 h. Con temperaturas de 430 °C se lograría una completa oxidación de la MO. Así este método permite la determinación de la MO total del suelo, incluyendo las formas condensadas, humus, humatos y residuos orgánicos poco alterados (Davies B. (1974) citado por: Burgos, D. Cerda, A. Cueto, J., 2012). Otros estudios han determinado que aún a 600 °C parte de las sustancias húmicas permanecen resistentes a la oxidación.

Sin embargo, temperaturas mayores a 500 °C pueden implicar importantes errores en la determinación por pérdidas de dióxido de carbono de los carbonatos, agua estructural de los minerales de arcilla, oxidación del ión ferroso, descomposición de sales hidratadas y óxidos (Rosell, D. (2001) citado por: Burgos, D., Cerda, A., 2012).

El método de pérdida por ignición resulta un método económico dado que no se utilizan reactivos químicos y requiere pocas horas hombre para su realización. Este método resulta razonablemente preciso en la estimación de MO del suelo si se consideran precauciones para evitar errores por higroscopicidad y contenido de sales (Rosell, D. (2001) citado por: Burgos, D., Cerda, A., 2012).

La temperatura por el método de calcinación debe mantenerse por debajo de los 440°C de temperatura para evitar la destrucción de los carbohidratos inorgánicos que pueden estar presentes en la muestra. El riesgo de aplicar esta técnica de determinación de carbono orgánico es que en algunos minerales de arcilla pierdan agua estructural o grupos hidroxilo debido a las temperaturas usadas para la combustión de las muestras, la pérdida de agua estructural llevara a la sobreestimación del contenido de materia orgánica en los resultados.

Uno de los medios para evitar ese problema es a través del pre tratamiento de la muestra a través de la eliminación de la materia mineral usando HCl y ácido HF (Nelson, W and Sommers L. (1982) citado por: Burgos, D., Cerda, A., 2012).

C. SUELOS

Existen varios conceptos de suelo:

El suelo se lo considera como el producto de diferentes procesos dinámicos y biológicos que han obrado sobre las rocas y minerales a través del tiempo.

Según (Oñate, M., 2008) en el suelo hemos visto materiales sueltos, no consolidados, yacentes sobre las rocas del subsuelo. Sobre un lecho de rocas, casi universalmente, se hallan restos incoherentes, este material, conocido como capa filtrante u horizontal iluvial, puede ser muy delgado o al contrario, alcanzar centenares de metros de espesor.

1. El perfil del suelo y sus horizontes

Según (Mengual, M., 2013) se denomina horizontes del suelo a una serie de niveles horizontales que se desarrollan en el interior del mismo y que presentan diferentes caracteres de composición, textura, adherencia, etc.

El perfil del suelo es la ordenación vertical de todos los horizontes. Los suelos están formados por capas u horizontes.

Según (Oñate, M., 2008), sostiene que el examen de perfil comienza con una primera aproximación y la demarcación de los límites de los horizontes del suelo. Luego cada horizonte se observa y se describe cuidadosamente: los límites de los horizontes se señalan más precisamente tal como se requiere para un estudio detallado.

La morfología trata de la forma como está estructurado el suelo, es decir su anatomía, que hace referencia al color, textura, estructura, espesor y demás características de cada horizonte. A partir de este principio Brewer 1864 utilizó el término EDAFOLOGIA que se lo define como la descripción sistemática de suelos basados en observaciones de campo y en datos obtenidos sobre el tamaño, forma, descripción e identificación de sus constituyentes.

En general, su perfil presenta tres horizontes: A, B, C y D. Se han establecido diversas clasificaciones del suelo; así, una forma de designar un suelo consiste en mencionar los horizontes que presenta, por ejemplo; Suelo ABC, suelo AC, etc (Mengual, M., 2013).

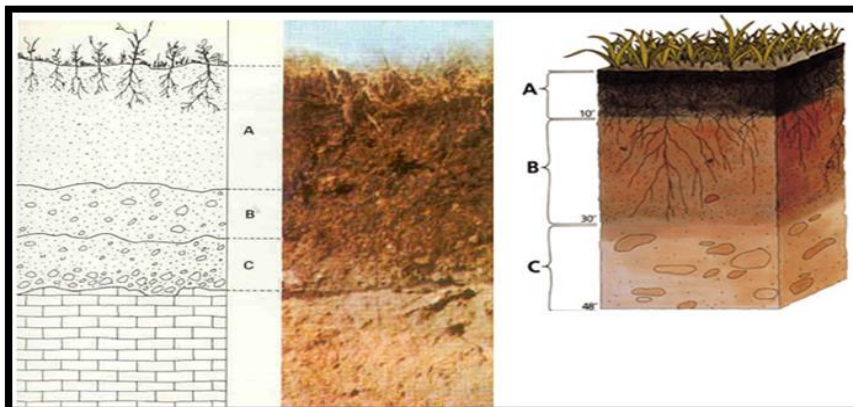


Figura 1. Tipos de horizontes

2. Características físicas del Suelo

Según (FAO, 2012) las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

a) Textura

La textura del suelo se considera una propiedad básica porque los tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa de los grupos por tamaños varían considerablemente entre los suelos, pero no se alteran fácilmente en un determinado suelo (Oñate, M., 2008).

La textura de un suelo es la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y está relacionada con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo.

Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de las plantas (Buckman, H., 1993).

Para el estudio de la textura del suelo, éste se considera formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa.

Cuadro 1. Clasificación de las partículas del suelo según el United States Department of Agriculture.

Nombre de la partícula	Tamaño en milímetros (mm.)
Arena	0.05 a 2.0
Muy gruesa	1.0 a 2.0
Gruesa	0.5 a 1.0
Mediana	0.25 a 0.5
Fina	0.10 a 0.25
Muy fina	0.05 a 0.10
Limo	0.002 a 0.05
Arcilla	menor de 0.002

Fuente: Oñate, M. 2008.

b) Estructura

Según (Buol, 1989), Es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma), blocosa (en bloques), y granular (en granos).

La estructura del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados.

Cuadro 2. Grados de estructura del suelo

1) Estructura de aglomerado	(Coherente) donde todo el horizonte del suelo aparece cementado en una gran masa;
2) Estructura de grano simple	(Sin coherencia) donde las partículas individuales del suelo no muestran tendencia a agruparse, como la arena pura;

3) Estructura débil	Está deficientemente formada por agregados indistintos apenas visibles. Cuando se extrae del perfil, los materiales se rompen dando lugar a una mezcla de escasos agregados intactos, muchos quebrados y mucho material no agregado;
4) Estructura moderada	Se caracteriza por agregados bien formados y diferenciados de duración moderada, y evidentes aunque indistintos en suelos no alterados. Cuando se extrae del perfil, el material edáfico se rompe en una mezcla de varios agregados enteros distintos, algunos rotos y poco material no agregado.
5) Estructura fuerte	Se caracteriza por agregados bien formados y diferenciados que son duraderos y evidentes en suelos no alterados. Cuando se extrae del perfil, el material edáfico está integrado principalmente por agregados enteros e incluye algunos quebrados y poco o ningún material no agregado.

Fuente: (Buol, 1989).

c) Humedad

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/509/analisis.pdf> El contenido de agua en el suelo puede ser benéfico, pero en algunos casos también perjudicial. El exceso de agua en los suelos favorece la lixiviación de sales y de algunos otros compuestos; por lo tanto, el agua es un regulador importante de las actividades físicas, químicas y biológicas en el suelo.

Dependiendo del tamaño de las partículas y del contenido en materia orgánica, el volumen total de los poros varía enormemente de suelo a suelo. El volumen total de los poros es el factor clave para la capacidad de almacenamiento de agua de cualquier suelo.

Cuanto más pequeño sea el diámetro de los poros llenos de agua, mayor será la energía que las plantas deban utilizar para extraer esa agua, ya que es retenida con mayor fuerza (Chapman, H., 1995).

d) Profundidad efectiva

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables. La mayoría de las últimas pueden penetrar más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten (FAO, 2012).

3. Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas de los suelos son aquellas que permiten reconocer ciertas cualidades, cuando se provocan cambios o reacciones que alteran su composición y acción de los mismos.

a) Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo es la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición; tejidos y células de organismos que viven en el suelo; y sustancias producidas y vertidas por esos organismos. Esta definición es muy amplia pues incluye tanto a los materiales poco alterados como a aquellos que sí han experimentado cambios de descomposición, transformación y re síntesis dentro del suelo (INE, 2007).

De acuerdo con (Oñate, M., 2008) el contenido de materia orgánica en el suelo según su porcentaje es:

Cuadro 3. Porcentaje de Materia Orgánica en el suelo.

% de Materia Orgánica	Denominación
0 – 1	Muy bajo
1,1 - 2,9	Bajo
3 – 5,9	Medio
> 6	Alto

Fuente: (Oñate, M. 2008)

b) Acidez

El pH es una propiedad química del suelo que determina el nivel de acidez o basicidad que posee dicho suelo y es medido por una escala de pH (de 1 a 14). Es una de las

propiedades químicas más importantes del suelo, porque un pH adecuado favorece la disponibilidad de nutrientes para las plantas, controla la actividad de los microorganismos, determina la solubilidad de los nutrientes y la mineralización de la materia orgánica (INE, 2007).

El pH es una propiedad que tiene influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y actividad microbiana (Sánchez, 2007)

A la mayoría de especies cultivadas, les favorece pH entre valores de 5.5 a 7.5, pero cada especie y variedad tiene un rango específico donde se desarrolla mejor. Normalmente entre pH 6.5 y 7.0 es el rango que se maneja especialmente para cultivos bajo técnicas de fertirrigación (Sánchez, 2007).

Podemos clasificar los suelos según su grado de acidez en los siguientes tipos:

- Fuertemente ácido pH. < 5,0
- Moderadamente ácido pH. 5,1 - 6,5
- Neutro pH. 6,6 - 7,3
- Medianamente alcalino pH. 7,4 - 8,5
- Fuertemente alcalino pH > 8,6 (INE, 2007).

Relación carbono/nitrógeno (C/N)

http://es.wikipedia.org/wiki/Relaci3n_Carbono/Nitrogeno. La relación C/N es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos, es decir, determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo, así como el tipo de humus que se encuentra en él.

El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos.

El carbono fijado por la biomasa proviene del CO₂ atmosférico, reducido durante el proceso de fotosíntesis por las plantas, y suele oscilar en torno a un 50-60% de la materia orgánica. Cuanto menor sea el valor de esta relación, mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la calidad edáfica será superior.

D. BOSQUES EN ECUADOR

a) Los bosques como reservas de carbono

La vegetación juega un papel importante en la regulación del ciclo global del carbono, particularmente, los bosques tienen un rol substancial en el secuestro de CO₂ atmosférico y son importantes como reguladores del clima global. Del carbono contenido en los bosques aproximadamente dos terceras partes se encuentran en la materia orgánica del suelo y una tercera parte en la vegetación (Raison, 2001).

Los bosques tienen la capacidad de acumular carbono en grandes cantidades suficientemente grandes como para afectar el contenido de este en la atmosfera, por lo tanto las superficies fragmentadas influyen drásticamente en los capitales de carbono (Ciesla, M., 1996).

El potencial en los ecosistemas en el secuestro de carbono se define por el tipo y la condición del hábitat, es decir por la composición de especies; la edad, los procesos de producción primaria bruta, producción primaria neta del ecosistema, por las características geográficas del sitio y por el grado de fragmentación (Terradas, J., 2001).

La capacidad de almacenamiento de una reserva está determinada por la cantidad de biomasa aérea y subterránea que contiene, tal cantidad depende del clima, la fertilidad, la disponibilidad de agua y del régimen de perturbación (Terradas, J., 2001).

Los componentes de la copa aportan materia orgánica al suelo, que al degradarse dan origen al humus, este proceso de descomposición aporta nuevamente CO₂ a la atmosfera. A su vez los troncos aumentan su diámetro y altura. El carbono se encuentra almacenado en los arboles mientras constituye alguna estructura del mismo; en el momento de ser liberado por descomposición o quema de biomasa; el CO₂ fluye y regresa al ciclo del carbono (Ordóñez J. (1999) citado por: Ortíz, 2006).

<http://www.derechosybosques.com/informacion/bosques-en-ecuador/> Los bosques en Ecuador y el mundo, representan más que sistemas forestares de captura y almacenamiento de carbono, son sistemas complejos que interactúan con las comunidades que dependen de ellos, de este modo los servicios ecosistémicos que proporcionan son diversos: servicios de regulación (control de inundaciones),

suministro (alimentos) y soporte (conservación de la biodiversidad). Adicionalmente, para quienes dependen directamente de estos ecosistemas el bosque viene a representar: vivienda, alimento, salud, etc.

b) Bosque Nativo

Es un ecosistema arbóreo, caracterizado por la presencia de árboles y arbustos de múltiples especies nativas, edades y alturas variadas, regenerado por sucesión natural, con una asombrosa biodiversidad de vegetales, animales y microorganismos, que viven en armonía (<http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-nativo>)

Un bosque primario, o bosque nativo, denominado también bosque virgen en el lenguaje corriente, es un bosque intacto (u original), y con un grado de naturalidad que nunca ha sido ni explotado, ni fragmentado ni directamente o manifiestamente influenciado por el hombre.

Aunque a menudo se han considerado como consumidores de dióxido de carbono, los bosques maduros son prácticamente neutros en cuanto al carbono, y son solamente los alterados y los jóvenes los que actúan como dichos consumidores (75 normas para utilizar los bosques nativos 2000).

c) Bosque de Protección

<http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-nativo/>. Debido a sus características biológicas y ubicación geográfica los conocemos como Bosques de Protección y deben ser sujetos a un manejo destinado al resguardo de sus suelos, a mantener el equilibrio hídrico, a conservar y proteger las cuencas hidrográficas, la diversidad biológica y la captación de carbono.

En general, aun siendo ecosistemas frágiles, no dejan de producir bellezas escénicas en flora y fauna, lo que facilita la actividad del ecoturismo, la investigación científica y el aprovechamiento de productos no maderables. Corresponden a esta categoría los bosques en áreas protegidas y los bosques protectores localizados en las cuencas altas de los ríos.

d) Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina (BSVCA)

Este tipo de vegetación se encuentra en las provincias de Bolívar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua, en un rango altitudinal que varía entre los 2800 y 4000 msnm. El dosel de los árboles está entre los 5 y 10 metros de altura. Las especies más conspicuas son *Gynoxis chigualensis*, *Vallea stipularis*, *Miconia barclayana* y *Buddleja incana* (Baquero, F., 2004).

Actualmente el bosque de Ceja Andina está presente en forma de islas de bosques natural (fragmentos o parches) relegados a las quebradas, o en suelos con pendientes pronunciadas. Este aislamiento del bosque se debe a varios factores, como los provocados por deslizamientos, derrumbes u otros desastres naturales y los ocasionados por el ser humano (Suárez, D., 2008).

Este tipo de vegetación se caracteriza por ser una zona de transición entre el bosque montano y el páramo, el suelo está densamente cubierto de musgos y los árboles crecen irregularmente, con troncos ramificados desde la base. La temperatura oscila entre 6°C y 17°C, con una precipitación anual de 922 mm. (ECOLAP y MAE, 2007).

E. INVENTARIOS FORESTALES

Los inventarios forestales y los sistemas estadísticos son el fundamento para la adopción de políticas idóneas en apoyo de la ordenación forestal sostenible. La integración de los aspectos económicos y ambientales en la planificación del sector forestal exige disponer de un gran volumen de información sobre los bosques, tanto de carácter espacial como temporal (Rondeux, J. (1996) citado por: Cargua, F. & Rodríguez, M. 2013).

Los diversos estudios realizados llegan siempre a la conclusión de que es necesario reunir mucha más información sobre la cantidad, calidad y utilización de los bosques. Pese a la demanda creciente de información de más calidad, lo cierto es que están disminuyendo las inversiones, incluso para la realización de inventarios forestales básicos.

Muchos países no cuentan con un inventario forestal completo y bien realizado desde el punto de vista estadístico desde los años 70 comienzos de los años 80 (Rondeux, J. (1996) citado por: Cargua, F. & Rodríguez, M. 2013).

La aparición de nuevos métodos, como la teledetección, facilita la observación de cambios de gran magnitud en la cubierta vegetal, pero la inexistencia de inventarios forestales recientes hace cada vez más difícil evaluar los cambios registrados en la calidad y función de los bosques y establecer conclusiones útiles acerca de la sostenibilidad en su utilización (Rondeux, J. 1993, Rondeux et al. 1996).

1. Medición forestal

La medición forestal o dasimetría implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de maderas en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos.

2. Unidad de Muestreo

Es el lugar físico o parcela, establecida convenientemente en el área de estudio y donde se miden las variables previamente definidas. Esta debe ser representativa del sector las cuales deben estar distribuidas en el área de interés de acuerdo al diseño establecido. Las unidades de muestreo siempre deben quedar delimitadas y geo referenciadas en el terreno y ubicadas en un plano para su posterior evaluación de ser necesario.

3. Establecimiento de parcelas permanentes de muestreo (PPM)

La utilización de parcelas permanentes de muestreo en los estudios de la vegetación busca promover la conservación de la diversidad de los diferentes tipos de vegetación y el uso sostenible de los recursos naturales, para lo cual es fundamental conocer cómo cambian estos complejos ecosistemas en el tiempo y en el espacio (Campbell et al. (2002) citado por: Cargua F & Rodríguez M, 2013).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el bosque nativo de ceja andina en el sector Guangra, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.

a. Superficie

La comunidad Guangra tiene una superficie total de 11737,73 ha. de las cuáles 2240,92 ha. es bosque natural.

2. Ubicación geográfica ⁽¹⁾

Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S, DATUM WGS 84

Altitud: 3000 – 3400 msnm

Longitud: 9726656

Latitud: 765693

Situado desde el Origen de la Zona a 265,6 Km hacia el Este y 273,34 Km Sur.

3. Características climáticas

Temperatura promedio anual: 12 - 18 °C

Humedad relativa: 50 - 70 %

Precipitación promedio anual: 250 – 500 mm

4. Ubicación ecológica

Según INFOPLAN (Sistema de información para el desarrollo local en el Ecuador) la comunidad de Guangra tiene la siguiente clasificación ecológica: Bosque Siempre Verde de Ceja Andina altitudes de los 3000 a 3400 msnm.

¹ Datos obtenidos del CENSIG (FRN-ESPOCH)

B. MATERIALES

1 Materiales para campo

GPS (geoposicionador), cinta métrica (20 m), pala de desfonde, azadón, libreta y formularios para campo, cinta vinílica fluorescente, manual de campo ENF (Evaluación Nacional Forestal), guía de Munsell para suelos, etiquetas, botas de campo, machete, fundas ziploc, mochila, equipo de camping, cámara fotográfica, lápices y lapiceros, cilindros metálicos, barreno, vehículo.

2 Materiales de laboratorio

Muestras de suelos, papel periódico, tamiz, balanza analítica, espátula, pinzas, vasos de vidrio de 100 ml, estufa, crisoles, mufla, pH-metro, conductímetro, agua destilada, equipo Flash 2000, reactivos como: pentóxido de vanadio (V_2O_5), solución BBOT. KCL.

3 Materiales de oficina

Computador, calculadora, lápiz, hojas.

C. METODOLOGÍA

La metodología aplicada a la presente investigación fue tomada del Manual de Campo publicado por el proyecto Evaluación Nacional Forestal (ENF).

Para el cumplimiento de los objetivos planteados para la presente investigación, se procedió a desarrollar el trabajo de la siguiente manera.

A) MUESTREO

1. Diseño de muestreo

Para el levantamiento de información en campo se midieron 3 parcelas en el conglomerado. Las parcelas fueron de forma cuadrada de 60 x 60 m. Esta forma de parcelas es usual para las mediciones de biomasa y la mayoría de tipos de vegetación

(Ravindranath and Oswald (2008) citado por: MAE/FAO , 2012). La distancia entre parcelas en el conglomerado fue de 250 metros (Anexo 1).

Además, existen otros elementos que se midieron a través de la muestra en un punto o en líneas como se describe a continuación.

- 1) Para la medición de la vegetación en la parcela de 60 x 60 m, se midieron todos los árboles vivos, muertos en pie y tocones mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho DAP. La segunda parcela anidada fue de 3,98 m de radio (área de 50 m²) donde se contaron los individuos de especies arbóreas en regeneración, que fueron todos aquellos mayores a 0,30 m de altura y de DAP < 10 cm.



Foto 1. Medición de la vegetación en las parcelas

- 2) Para el muestreo de contenido de carbono en el suelo se estableció unas sub-parcelas de forma cuadrada de 20 x 20 m. La distancia entre sub-parcelas en el conglomerado fue de 290 m.



Foto 2. Medición de Sub-parcelas de 20x20 m.

Para el muestreo de contenido de carbono en el suelo se establecieron cinco puntos, distribuidos en el centro de la misma y en sus cuatro vértices, donde se tomaron muestras a cuatro profundidades: entre 0-10 cm, de 10-20 cm, de 20-30 cm y >30 cm.

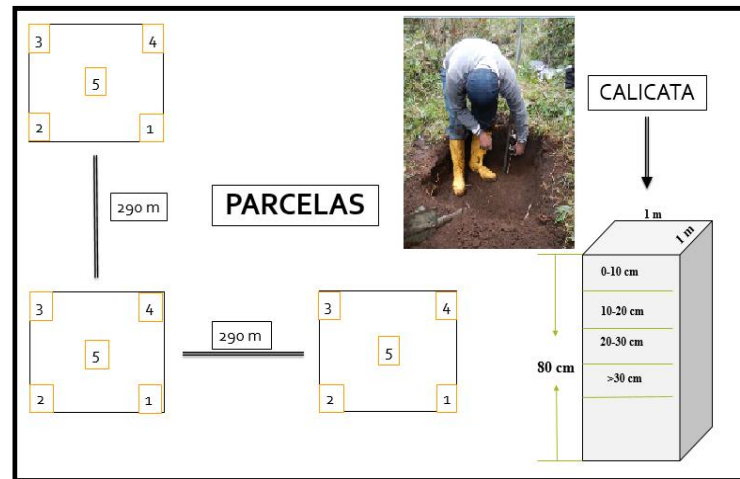


Figura 2. Parcelas de muestreo permanentes.

2. Mediciones y observaciones en las parcelas

a. Acceso a la parcela

Para el acceso al lugar donde está el conglomerado, el equipo de campo siguió las siguientes recomendaciones:

- 1) Para la ubicación de las parcelas se utilizó el GPS.
- 2) Además, utilizamos las recomendaciones de acceso e información recabada durante la planificación.
- 3) Mientras se ingresó a la primera u otra parcela (según la accesibilidad del conglomerado), se registraron los puntos de referencia del acceso (cruce de caminos, cuerpos de agua, etc.) para facilitar futuros ingresos.

b. Trazado o instalación de las parcelas

Se instalaron tres parcelas de conformidad al diseño del muestreo. Estas tres parcelas formaron una “L”. Se iniciará con la instalación de la parcela lateral derecha de la L; y de ahí se continuará hacia la izquierda y luego a la parcela superior (Anexo 2).

3) Observaciones y muestras de suelo

La información de suelo es necesaria para el reporte de carbono y las características de los ecosistemas. Las características físicas y muestras de suelo para análisis de laboratorio se tomaron dentro de la parcela de 20 x 20 m.

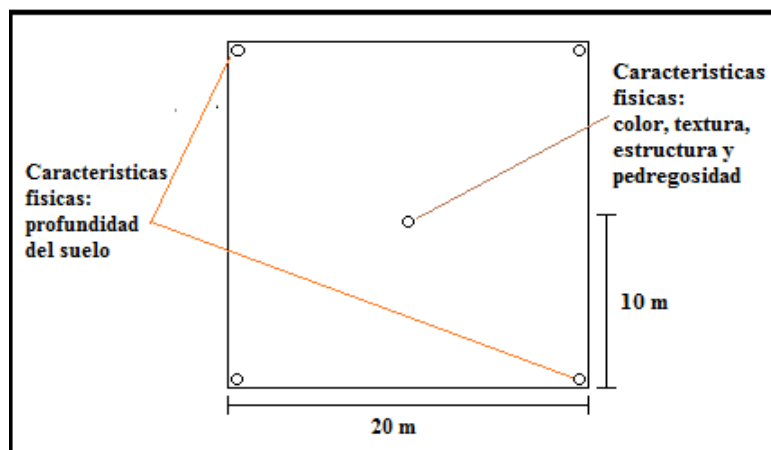


Figura 3. Ubicación de los puntos para la caracterización física del suelo y de las cinco calicatas (MAE, 2012).

En el punto central de la parcela se observó el color, textura, estructura y pedregosidad del suelo (FAO 2006). Esta información fue anotada en el formulario 4.

La profundidad del primer horizonte del suelo se estableció con el promedio de dos barrenaciones complementarias al realizarse en los puntos de muestreo de los vértices sur-este y nor-oeste de la parcela de 20 x 20 m, tal como se muestra en la (figura 03).

Dada su particularidad de altos contenidos de carbono y para obtener una mejor representatividad se tomarán muestras a cuatro profundidades: entre 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm, de 20 a 30 cm, y > a 30 cm. Entre las altitudes de 3120 a 3270 msnm.

De manera detallada el procedimiento a seguir fue:

- Se removió la hojarasca hasta que se pudo observar el suelo limpio en los cinco puntos de muestreo.
- Utilizando una pala de desfonde se procedió a escavar y realizar pequeñas calicatas (1m x 1m) en los vértices de la sub-parcela hasta la profundidad establecida (> 30 cm).

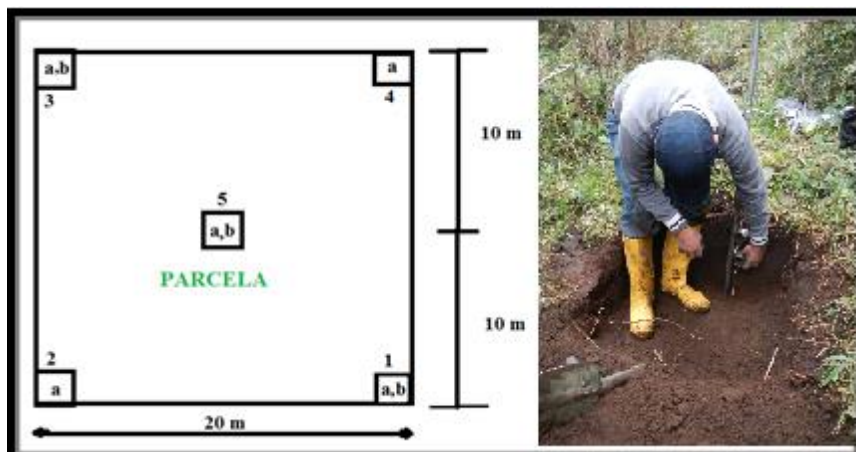


Figura 4. Número de cilindros a extraer por profundidad en las cinco calicatas: (a) C Orgánico y (b) para D aparente (MAE, 2012).

- Se realizó una mínima palanca, extrayendo al cilindro con una cantidad de pan de tierra para asegurar que el suelo ocupe todo el cilindro.
- Se depositó la muestra de suelo en una funda plástica, cerrada herméticamente, etiquetada y escrita el código correspondiente.
- Este mismo procedimiento se siguió para tomar las muestras de 10 a 20 cm, de 20 a 30 cm y > a 30 cm de profundidad.



Foto 3. Extracción de la muestra de suelo a cada profundidad

A continuación se describe el procedimiento para evaluar las características físicas del suelo es el siguiente:

- El color del suelo se identificó usando la tabla de Munsell.

- Para el reconocimiento de la textura del suelo se utilizó una muestra colectada de una de las calicatas y usando el método de la sensibilidad del tacto, se procedió a evaluar la ocurrencia relativa de arcilla, limo y arena.
- Para la identificación de la estructura del suelo se basó en las definiciones propuestas en el anverso del formulario 4.
- La profundidad del suelo (horizonte orgánico) se tomó con el promedio de dos puntos de muestreo tal como se muestra en la (figura 3). La medición se realizó con el barreno espiral y con la calicata realizada.
- La pedregosidad se valoró con base a los porcentajes de piedras mayores a 4,5 mm encontradas en el suelo.

Luego de concluir la fase de campo, las muestras recolectadas fueron llevadas al Laboratorio de Servicios Ambientales (LSA-UNACH), en donde se procedió al análisis para determinar los diferentes parámetros de estudio.

B) Determinación del contenido de Carbono por Combustión por Dumas

La determinación de carbono mediante el método de combustión Dumas automatizado se realizó en el equipo FLASH 2000 Series CHNS / S Analizador (Foto 4).



Foto 4. Equipo Flash 2000 (LSA-UNACH)

El equipo se encuentra en el Laboratorio de Servicios Ambientales (LSA-UNACH) departamento de Suelos. Para su instalación se requiere de conexión de los gases: helio al 99,99% y oxígeno al 99,99%.

Para la operación del equipo se cuenta con un software instalado en la computadora con sistema operativo Windows 98[®] de Microsoft[®], desde donde se controlan todas las operaciones del equipo.

Antes de comenzar el análisis el horno del equipo se calienta a una temperatura de 950°C, al término de este tiempo, se inspecciona que todos los parámetros requeridos para el funcionamiento del equipo estuvieran dentro de su rango, estos rangos son previamente definidos al crear un método de análisis.

Una vez verificados todos los parámetros se procede a pesar los blancos “Standard” para esto se utilizan 5 blancos: se pesa en las capsulas de aluminio de 2-3 mg. de BBOT (standard BBOT (6.51 %N, 72.53 %C, 6,09 %H, 7.44 % S)), una segunda capsula la cual no contiene ninguna solución ni muestra a esta se le llama capsula vacía, en las tres siguientes capsulas se pesan de 2-3 mg. de BBOT + 10 mg. de pentóxido de vanadio (V_2O_5), estos cinco blancos sirven para la calibración del equipo.

A partir de la sexta capsula se pesan las muestras en las capsulas de aluminio entre 10-15 mg. el peso no debe ser menor o mayor a lo antes mencionado para que no haya errores en las lecturas del equipo.

Las muestras a ser analizadas deben pasar por la estufa a 105°C por 24 horas, posteriormente con la ayuda de un mortero son trituradas, a continuación se pasa por un tamiz de huecos de menor dimensión, en este caso se utilizó uno de 75 μ m.

El tiempo de análisis para cada muestra es de 12 minutos, en el cual nos da los resultados de N, C, H y S, todos estos valores vienen expresados en (%).

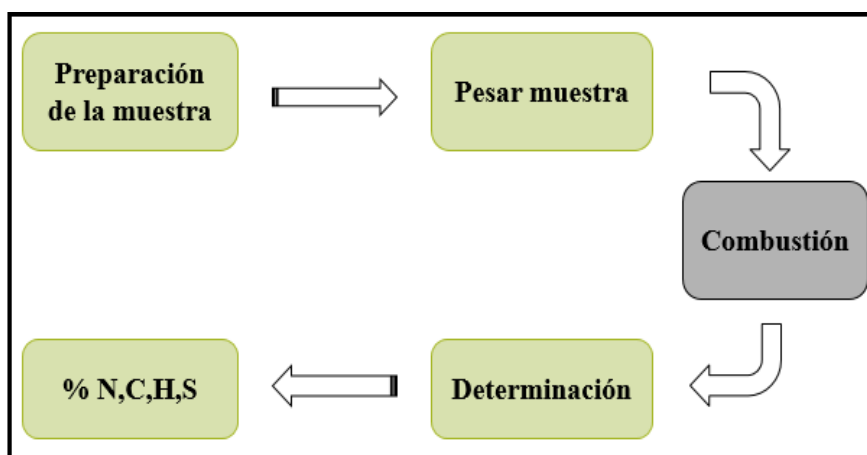


Figura 5. Diagrama de flujo para el método Dumas automatizado

C) Determinación del contenido de COS por el método de Perdida Lost-Ignición

Para esto se utilizará el método del “cilindro de volumen conocido” como se presenta a continuación:

1. Utilizar un cilindro de volumen conocido.
2. Secar la muestra en la estufa a 105° C hasta obtener un peso constante.
3. Peso de la muestra seca (Ps).
4. Calcular la densidad aparente:

$$\mathbf{D.Ap. (g/cm^3) = \text{Peso seco/Volumen del cilindro} \text{ (}^2\text{)}$$

El carbono contenido en el suelo (en gr C/cm²) se calcula a partir de los valores de porcentaje de carbono, densidad aparente y volumen de la muestra (que es el resultado de multiplicar el área transversal de la muestra por la profundidad del muestreo), con la siguiente fórmula (Rosenzweig y Hillel 2000).

Posteriormente, los resultados por cm² se extrapolan a valores por ha:

$$\mathbf{\text{Carbono en suelo (ton C/ha) = DA* FC* P* A} \text{ (}^3\text{)}$$

Dónde:

P = Profundidad de muestreo en cm.

FC = Contenido de carbono (%)

DA = Densidad aparente (g/cm³)

A = Área (cm²) de la sección transversal de la muestra de suelo.

Con esta información obtenida y previamente revisada y realizada las correcciones respectivas, tanto en el campo (coordenadas de los puntos de muestreo, propiedades físicas) como en el laboratorio (densidad aparente, humedad, conductividad eléctrica, materia orgánica, carbono orgánico total), posteriormente se realizó la tabulación y procesamiento de la información para la generación del informe final.

² Ecuación para determinar la Densidad Aparente

³ Ecuación para determinar el contenido de carbono

D) Tipo de Diseño Experimental

Para la investigación se utilizó el Diseño Completo al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por parcela, y para todo el conglomerado los tratamientos fueron cuatro con tres repeticiones.

a. Análisis estadístico.

Cuadro 4. Análisis de Varianza (ADEVA).

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
Bloques	$(n-1)$	2
Tratamientos	$(a-1)$	3
Error	$(a-1)(n-1)$	6
Total	$(rt-1)$	11

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Dado que esencialmente se trata del mismo tipo de suelo con características similares en el perfil de las 3 parcelas, se supuso una diferencia constante por profundidad de muestreo.

b. Análisis funcional

Se determinó el coeficiente de variación.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% para las medias de las profundidades

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. DATOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Acceso al conglomerado

En el (Cuadro 5) se muestra la información del lugar de salida, el recorrido para efectuar el trabajo de investigación, tipo de transporte utilizado antes de iniciar el acceso al conglomerado, ubicación del lugar, información de la caminata de acceso al conglomerado.

Cuadro 5. Datos de acceso al conglomerado

Identificación del lugar de salida			
Conglomerado	Provincia	Cantón	Parroquia
001	CHIMBORAZO	RIOBAMBA	VELASCO

Información del medio de transporte utilizado antes de iniciar el acceso al conglomerado			
Conglomerado	Transporte	Tiempo (h)	Distancia (Km)
001	CAMIONETA	2:20	127.10

Ubicación del lugar donde termina el viaje en el vehículo antes de emprender la caminata al conglomerado			
Conglomerado	UTM X	UTM Y	Altitud (msnm)
001	757367	9736639	3147,3

Información de la caminata de acceso al conglomerado			
Conglomerado	Fecha de inicio	Hora de inicio	Hora de llegada PI
001	10/09/2013	7:30:00 am	9:30:00 am
	10/09/2014	7:30:00 am	9:30:00 am
	15/10/2014	7:30:00 am	10:00:00 am

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

2. Ubicación del conglomerado

En el (Cuadro 6) se muestra la información del lugar donde se encuentra ubicado el conglomerado y los puntos de monitoreo de la investigación.

Cuadro 6. Ubicación del conglomerado y datos generales de la parcela

Ubicación del conglomerado							
Conglo.	CUT	Distribución zona MAE	Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Zona UTM
1	5	BSVAC	6	2	51	Guangra	17 S
Datos generales de la parcela							
Conglo.	Parcela	CUT	Fecha de medición	X- Coord.	Y-Coord.	ALTITUD (msnm)	Área (m ²)
1	P1	5	*10/09/2013 **10/09/2014	765444	9722937	3141,3	3600 400
	P2		*10/09/2013 **10/09/2014	765134	9722937	3260,4	3600 400
	P3		*11/09/2013 **15/10/2014	765134	9723247	3216,2	3600 400

Dónde: BSVAC = Bosque siempre verde andino de ceja andina, 06=Chimborazo, 02=Alausí, 51=Achupallas, *= Inventario Forestal, **= Características del Suelo.

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Cuadro 7. Ubicación de los puntos de muestreo para Determinación de Carbono

Conglomerado	Parcela	Punto de muestreo	X- Coord.	Y- Coord.	ALTITUD (msnm)
1	P1	Punto 1	765444	9722937	3141,3
		Punto 2	765424	9722937	3147,8
		Punto 3	765424	9722957	3150,6
		Punto 4	765444	9722957	3138,1
		Punto 5	765434	9722947	3142,9
	P2	Punto 1	765134	9722937	3260,4
		Punto 2	765114	9722937	3263,7
		Punto 3	765114	9722957	3246,8
		Punto 4	765134	9722957	3248,1
		Punto 5	765124	9722947	3252,6
	P3	Punto 1	765134	9723247	3216,2
		Punto 2	765114	9723247	3222,4
		Punto 3	765114	9723267	3228,3
		Punto 4	765134	9723267	3207,1
		Punto 5	765124	9723257	3218,5

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

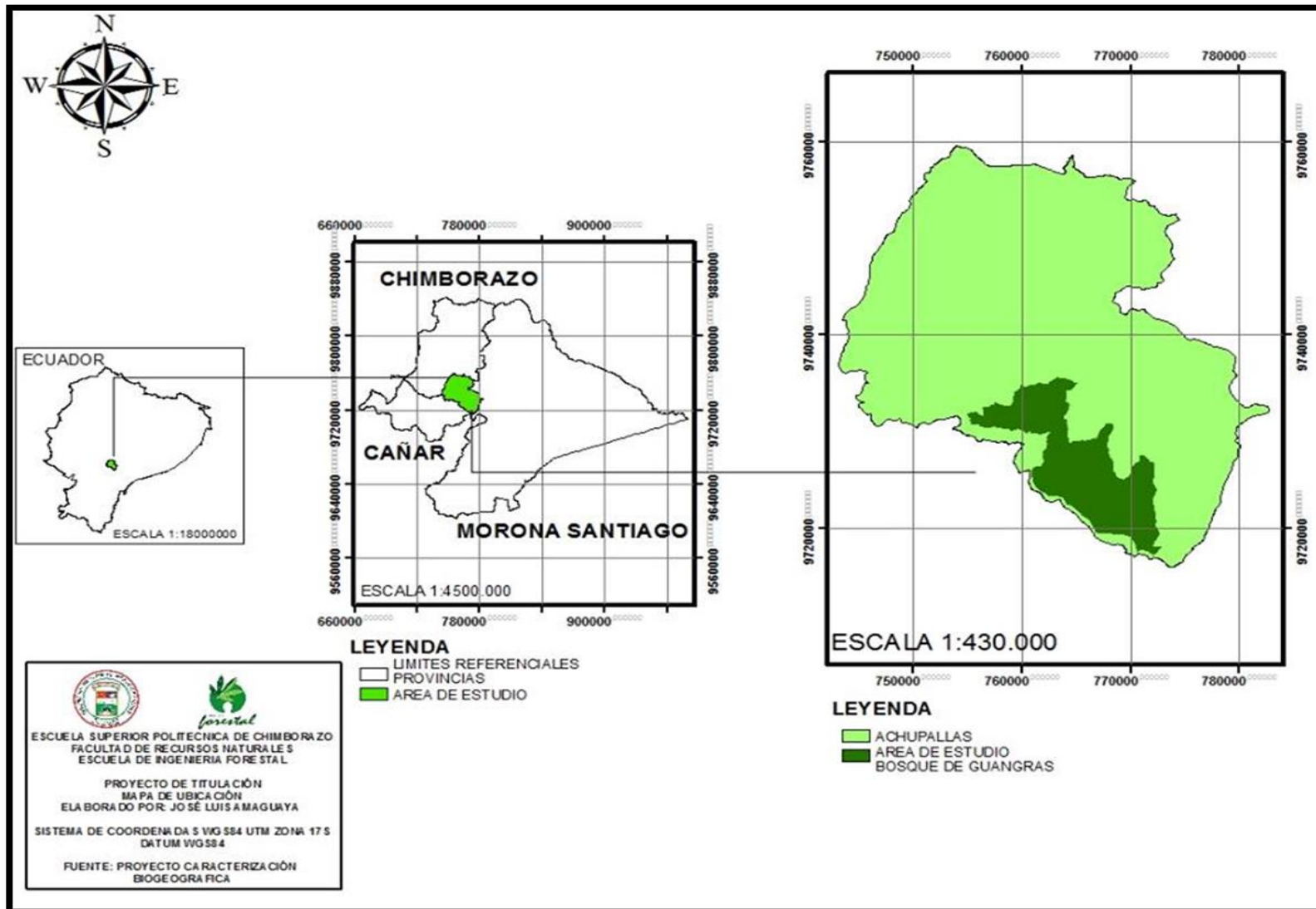


Figura 6. Mapa de ubicación geográfica de la zona de estudio.

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

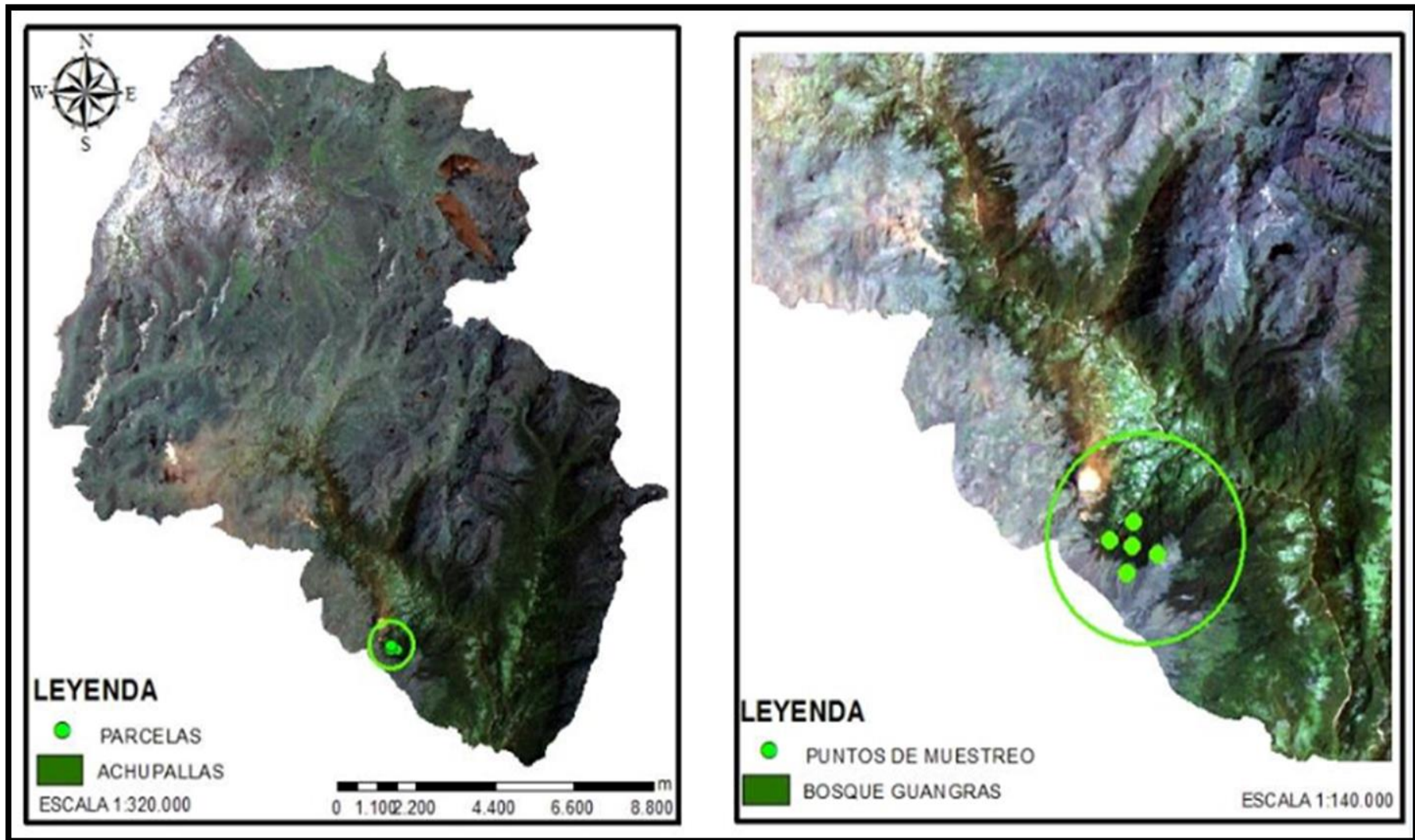


Figura 7. Mapa de ubicación de las parcelas y puntos de muestreo
Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

B. DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

Cuadro 8. Características físicas de los suelos de bosque del sector Guangra.

Características Físicas del Suelo							
Conglo.	Prof. (cm)	Textura	Estructura	Color	Prof. 1 ^{er} horizonte (cm)		Pedregosidad
					Punto 1	Punto 3	Punto 5
Parcela 1	0-10	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B	60	65	< 5 %
	10-20	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B			
	20-30	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B			
	> 30	FA	Granular	7,5 YR-3/2C			
Parcela 2	0-10	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B	60	50	< 5 %
	10-20	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B			
	20-30	FA	Granular	7,5YR-3/2C			
	> 30	FA	Granular	7,5YR-3/2C			
Parcela 3	0-10	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B	70	50	< 5 %
	10-20	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B			
	20-30	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B			
	> 30	FA	Granular	7,5YR-2,5/1B			

Dónde: FA: Franco arenoso, 7,5YR-2,5/1B y 7,5YR-3/2C= Negro

Elaboración: Amaguaya, J. (2014).

En el (Cuadro 8), el suelo de bosque nativo del sector Guangra presenta las siguientes características físicas: poseen suelos con partículas muy finas que presentan textura franco arenoso en las 3 parcelas, con una estructura granular, con coloración negra por la presencia de gran cantidad de materia orgánica, la profundidad del primer horizonte se encuentra en una proporción equilibrada, teniendo una pedregosidad <5 %. Corroborando estos resultados con la investigación realizada en la parroquia Achupallas por Cargua F. & Rodríguez M. (2013), donde: en el suelo de bosque del sector Guangra a tres profundidades en el conglomerado 001 obtuvo; Textura: Franco arenoso, Estructura: Granular, Color: 7,5 YR - 2,5/1B, Profundidad del 1^{er} Horizonte (80, 70, 75) cm para cada parcela respectivamente, Pedregosidad de <5%.

➤ Densidad Aparente (g/cm³)

En el análisis de varianza según la densidad aparente del suelo de bosque nativo del sector Guangra (Cuadro 9), presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre parcelas y significativas entre profundidades.

El coeficiente de variación fue 5,65%.

El promedio de densidad aparente del suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 0,49 g/cm³.

Cuadro 9. Análisis de varianza según la densidad aparente a diferentes profundidades

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	0,001	0,0006	11,8	0,006	*
Parcelas	2	0,006	0,003	54,6	<0,001	**
Error	6	0,0003	0,0001			
Total	11	0,008				
CV %			5,65			
Media			0,49			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014).

** : Altamente Significativo

* : Significativo

Según Taboada & Álvarez (2008), la densidad aparente es una característica asociada a otras propiedades del suelo como la granulometría, la estructura y el contenido de materia orgánica. Suelos de texturas finas, bien estructurados y con altos contenidos de materia orgánica tienen una densidad aparente menor. Por el contrario, los valores de densidad aumentan en aquellos de texturas gruesas, poco estructurados y con bajos contenidos de materia orgánica.

En un tipo de suelo los valores bajos de densidad aparente implican suelos porosos, bien aireados con buen drenaje y buena penetración de raíces, todo lo cual significa un buen crecimiento y desarrollo de los árboles

En el (Gráfico 1), se observa la (\bar{X}) de densidad aparente de los 5 puntos de muestreo de cada parcela, donde: en la profundidad de 0-10cm en la parcela 1 el valor más alto con 0,54 g/cm³, y con menor valor en las profundidades de 20-30cm y >30cm en la parcela 3 con 0,45 g/cm³ (Anexo 3).

Según Donoso et al, (2002) los valores bajos de densidad aparente son propios de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces. En un estudio realizado en un bosque siempre verde en la cordillera de Los Andes, centro-sur de Chile por Etcheverría (2009), registró una densidad de 0,37 g/cm³.

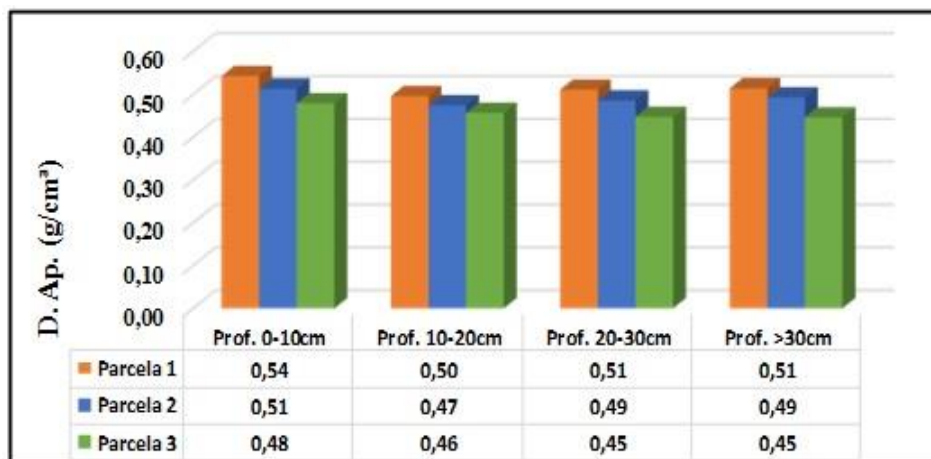


Gráfico 1. Densidad Aparente a diferentes profundidades

➤ pH

En el análisis de varianza para el pH del suelo de bosque nativo del sector Guangra (Cuadro 10), presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre parcelas y profundidades.

El coeficiente de variación fue 4,91%.

El promedio de pH del suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 5,71.

Cuadro 10. Análisis de varianza según el pH a diferentes profundidades

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	0,69	0,23	40,73	<0,001	**
Parcelas	2	0,41	0,21	37,07	<0,001	**
Error	6	0,03	0,006			
Total	11	1,14				
CV %			4,91			
Media			5,73			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014).

** : Altamente Significativo

Los suelos de bosque siempre verde andino a diferentes profundidades presentan un valor promedio de 5,73, lo cual representa un pH de moderadamente ácido por estar entre los rangos de 5,1 a 6,5 (INE, 2007). Teniendo en la parcela 2 en el punto 5 a la profundidad de 20-30 cm su valor más alto de 6,26 (Anexo 4). En el (Gráfico 2), se observa la (\bar{X}) de cada profundidad, teniendo su valor máximo en parcela 2 en la

profundidad >30 cm con un valor de 6,14. Corroborando estos resultados con el modelo espacial de pH obteniendo resultados de 5,92 para el sector de bosque registrados por Damián (2014).

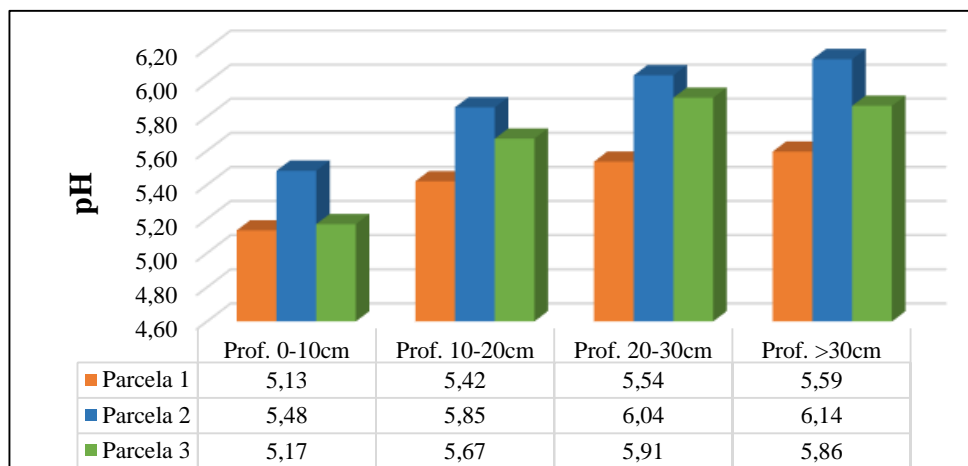


Gráfico 2. Valor de pH a diferentes profundidades

➤ Contenido de Humedad (%)

En el análisis de varianza según el contenido de humedad del suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 11), no presentó diferencias estadísticas significativas entre profundidades y parcelas.

El coeficiente de variación fue 1,82%.

El promedio de humedad del suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 52,72%.

Cuadro 11. Análisis de varianza según la humedad a diferentes profundidades

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	6,12	2,04	3,3	0,09	Ns
Parcelas	2	0,27	0,13	0,21	0,81	Ns
Error	6	3,71	0,61			
Total	11	10,1				
CV %			1,82			
Media			52,72			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014).

Ns: No Significativo

Según Topp C. (1993), el exceso de agua en los suelos favorece la lixiviación de sales y de algunos otros compuestos; por lo tanto, el agua es un regulador importante de las actividades físicas, químicas y biológicas en el suelo.

En el (Gráfico 3), se observa la (\bar{X}) de humedad de los 5 puntos de muestreo de cada parcela, teniendo en la profundidad de 10-20cm en la parcela 1 el valor más alto con 53,88%, y el mínimo valor con 50,96% se dio en la profundidad de 0-10cm en la parcela 3, el promedio de humedad de la investigación realizada fue de 52,72% (Anexo 5).

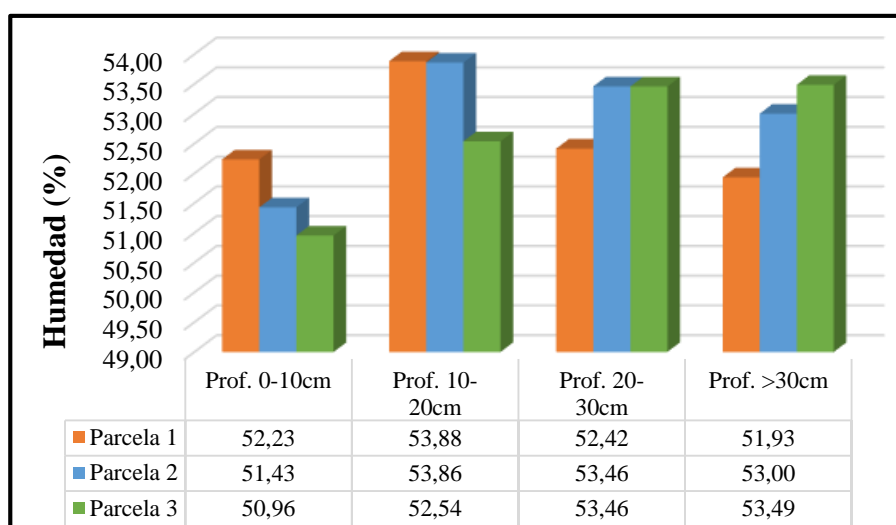


Gráfico 3. Contenido de humedad (%) en el suelo de bosque de Guangra

➤ Materia Orgánica (%)

En el análisis de varianza según el contenido de materia orgánica del suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 12), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre profundidades y no significativas entre parcelas.

El coeficiente de variación fue 16,44%.

El promedio de materia orgánica del suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 22,20%.

Cuadro 12. Análisis de varianza según la materia orgánica a diferentes profundidades

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	118,32	39,44	120,88	<0,001	**
Parcelas	2	3,20	1,60	4,90	0,06	Ns
Error	6	1,96	0,33			
Total	11	123,47				
CV %			16,44			
Media			22,20			

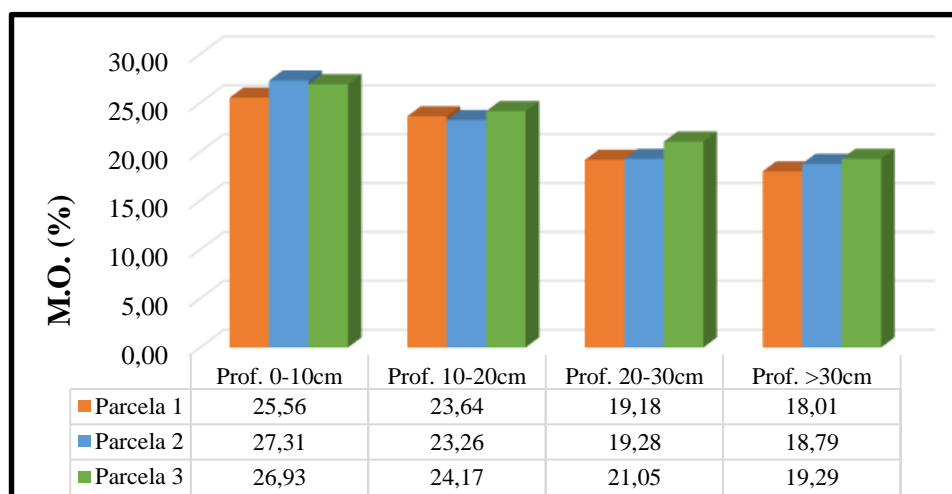
Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

Según Robert M. (2002), la materia orgánica del suelo es un indicador clave de la calidad del suelo, la agregación y la estabilidad de la estructura del suelo aumentan con el contenido de materia orgánica.

En el (Gráfico 4), se observa la (\bar{X}) del contenido de materia orgánica encontrado en los 5 puntos de muestreo de cada parcela. Según Avilés V. (2009) manifiesta que con la profundidad disminuye el contenido de MO; así, en los horizontes inferiores el contenido llega a tener valores de promedios de 18,01 y 18,79 % para las parcelas 1 y 2 en la profundidad de >30cm. En la parcela 2 el contenido de MO en los primeros 10 cm es de 27,31 %, teniendo así una diferencia entre las dos profundidades de 9,30 % de MO. El promedio de materia orgánica de la presente investigación es de 22,20%, lo que representa un valor muy alto (Anexo 6).

**Gráfico 4.** Contenido Materia Orgánica (%) en el suelo de bosque de Guangra

➤ **Nitrógeno (g/kg)**

En el análisis de varianza según el contenido nitrógeno del suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 13), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre profundidades y no significativas entre parcelas.

El coeficiente de variación fue 14,58%.

El promedio de nitrógeno presente en el suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 8,86 g/kg.

Cuadro 13. Análisis de varianza según el contenido de Nitrógeno en el suelo de bosque

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	15,94	5,31	25,67	<0,001	**
Parcelas	2	1,17	0,59	2,84	0,14	Ns
Error	6	1,24	0,21			
Total	11	18,36				
CV %			14,58			
Media			8,86			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

Según Perdomo C. (2008) del total del N que hay en el suelo, aproximadamente el 98% se encuentra formando compuestos orgánicos. Dependiendo de su contenido de materia orgánica, los primeros 20 centímetros de profundidad de un suelo pueden contener entre 1.000 y 10.000 kg. de N por hectárea.

En el (Gráfico 5), se indican los resultados de la (\bar{X}) del porcentaje de N total analizados en el equipo Flash 2000. Teniendo en la profundidad de 0-10cm en la parcela 1 el valor más alto con 10,68g/kg de N, y el mínimo valor con 6,23g/kg de N se dio en la profundidad de >30cm en la parcela 2, el promedio de porcentaje de N total de la investigación realizada fue de 8,6g/kg. Los niveles de nitrógeno obtenidos en los suelos de bosque siempre verde de ceja andina del sector de Guangra se ubica en el rango de Alto según Servagro (2010) en su tabla de interpretación del nitrógeno (Anexo 7).

Según Estupiñan, L. et al. (2009) en las profundidades inferiores se halla baja cantidad de N total, posiblemente, porque se lixivia por su textura franco-arenosa que predomina.

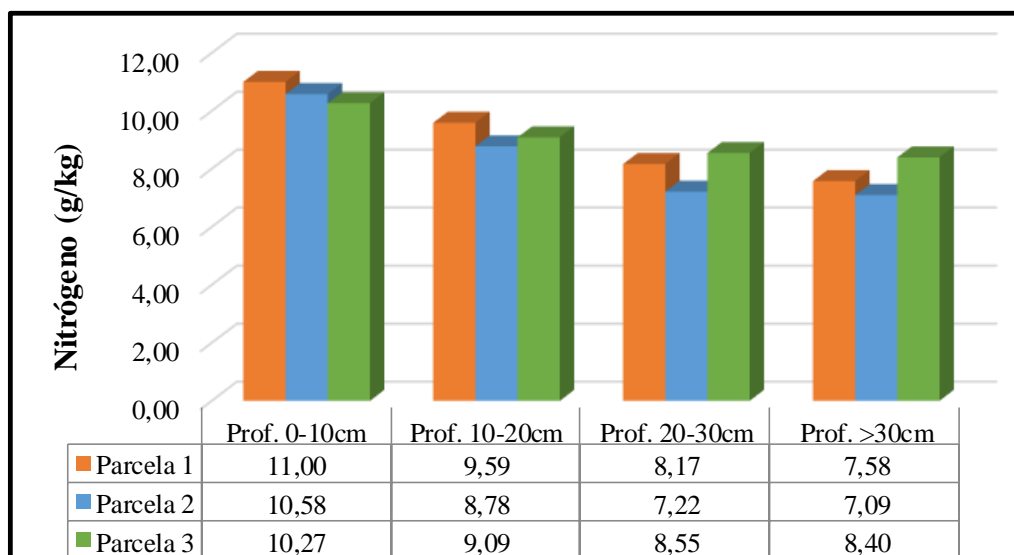


Gráfico 5. Contenido de Nitrógeno (g/kg) en el suelo de bosque de Guangra

➤ **Potasio (kg/ha)**

En el análisis de varianza según el contenido potasio del suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 14), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre parcelas y significativas entre profundidades.

El coeficiente de variación fue 6,13%.

El promedio de potasio presente en el suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 1203,91 kg/ha.

Cuadro 14. Análisis de varianza según el contenido de Potasio en el suelo de bosque

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	41961,9	13987,3	7,09	0,02	*
Parcelas	2	81336,9	40668,5	20,41	0,001	**
Error	6	11958	1993,01			
Total	11	135257				
CV %			6,13			
Media			1203,91			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

** : Altamente Significativo

* : Significativo

Según el contenido de K, en la presente investigación se reporta una (\bar{X}) de 1203,91 kg/ha. de las muestras compuestas que se realizaron a cada profundidad en las 3 parcelas. Teniendo en la profundidad de 20-30 y >30cm en las parcelas 2 y 3 un valor de 1335,6 kg/ha (Gráfico 06).

Los niveles de potasio obtenidos en los suelos de bosque en estudio se ubican en rangos normales y ligeramente bajos según Servagro (2010) en su tabla de interpretación del potasio (Anexo 8).

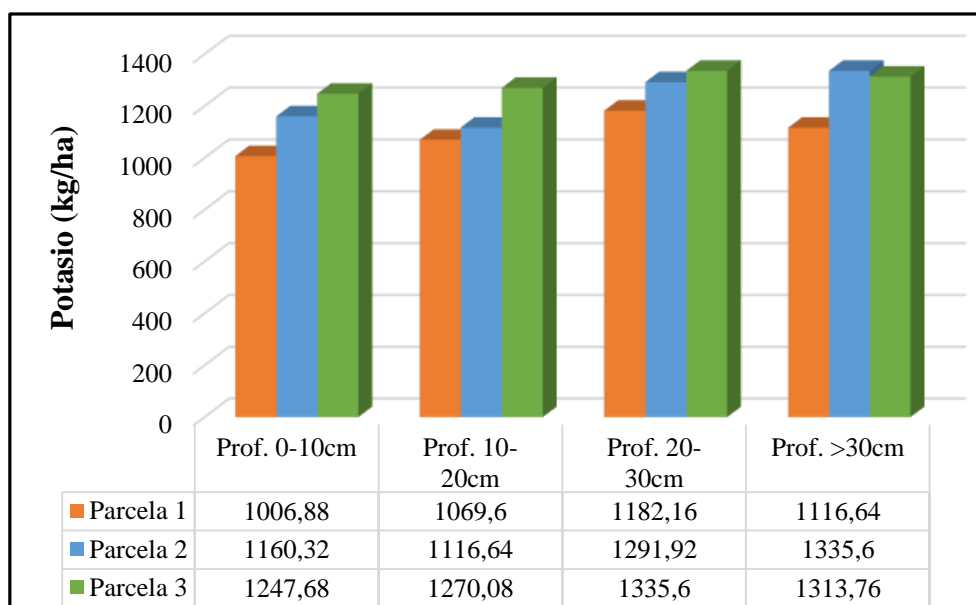


Gráfico 6. Contenido de Potasio (kg/ha) en el suelo de bosque de Guangra

➤ **Fosforo (kg/ha)**

En el análisis de varianza según el contenido fósforo del suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 15), no presentó diferencias estadísticas entre profundidades y parcelas.

El coeficiente de variación fue 4,55%.

El promedio de fósforo presente en el suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 57,48 kg/ha.

Cuadro 15. Análisis de varianza según el contenido de Fósforo en el suelo de bosque

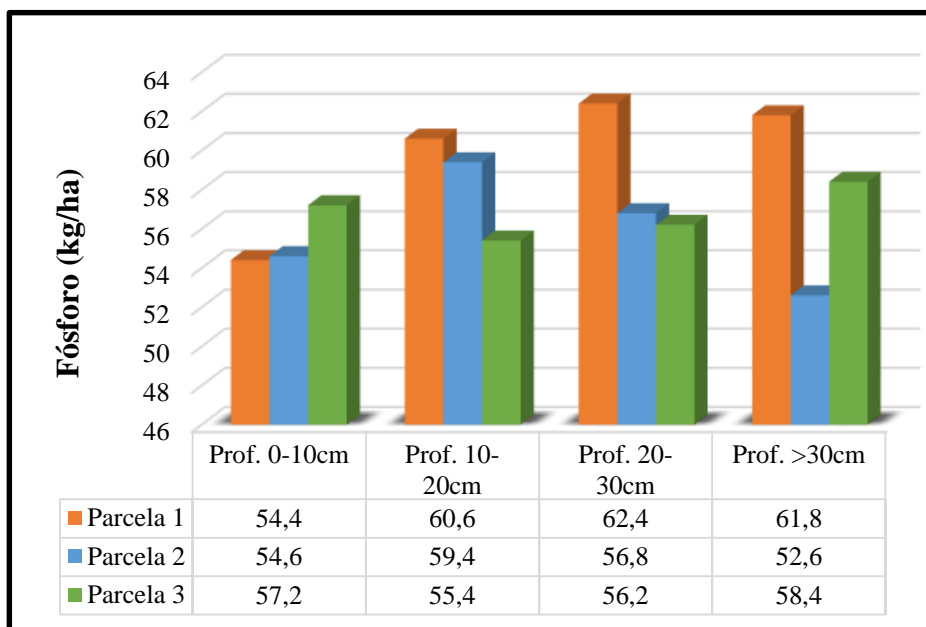
F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	18,86	6,29	0,72	0,57	Ns
Parcelas	2	34,01	17	1,95	0,22	Ns
Error	6	52,37	8,73			
Total	11	105,24				
CV %			5,38			
Media			57,48			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Ns: No significativo

Según el contenido de P, en la presente investigación se reporta una (\bar{X}) de 57,48 kg/ha. de las muestras compuestas que se realizaron a cada profundidad en las 3 parcelas. Teniendo en la profundidad de 20-30cm en la parcela 1 un valor de 62,4 kg/ha, mientras que en la profundidad >30cm con un valor de 52,6 kg/ha en la parcela 2 es el nivel más bajo de fósforo (Gráfico 07).

Los niveles de fósforo obtenidos en los suelos de bosque se ubican en rangos normales y altos según Servagro (2010) en su tabla de interpretación del fósforo (Anexo 9).

**Gráfico 7.** Contenido de Fósforo (kg/ha) en el suelo de bosque de Guangra

➤ **Relación C/N**

En el análisis de varianza según la relación C/N del suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 16), no presentó diferencias estadísticas entre profundidades y parcelas.

El coeficiente de variación fue 6,67%.

El promedio de relación C/N en el suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 13,15.

Cuadro 16. Análisis de varianza según la relación C/N en el suelo de bosque

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	4,09	1,36	2,79	0,13	Ns
Parcelas	2	1,47	0,73	1,5	0,3	Ns
Error	6	2,93	0,49			
Total	11	8,49				
CV %			6,67			
Media			13,15			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Ns: No significativo

La relación C/N es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos, es decir, determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo. El carbono y el nitrógeno por ende son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos.

Según la relación C/N, en la presente investigación se reporta una (\bar{X}) de 13,15. Teniendo en la profundidad de 0-10cm en la parcela 3 el valor más alto de relación de 14,60. Mientras que en la profundidad >30cm con un valor de 11,81 en la parcela 1 es el nivel más bajo de relación C/N (Gráfico 08).

Los niveles de relación C/N obtenidos en los suelos de bosque en estudio se ubican en rangos altos y ligeramente altos según Servagro (2010) en su tabla de interpretación de la relación C/N (Anexo 10).

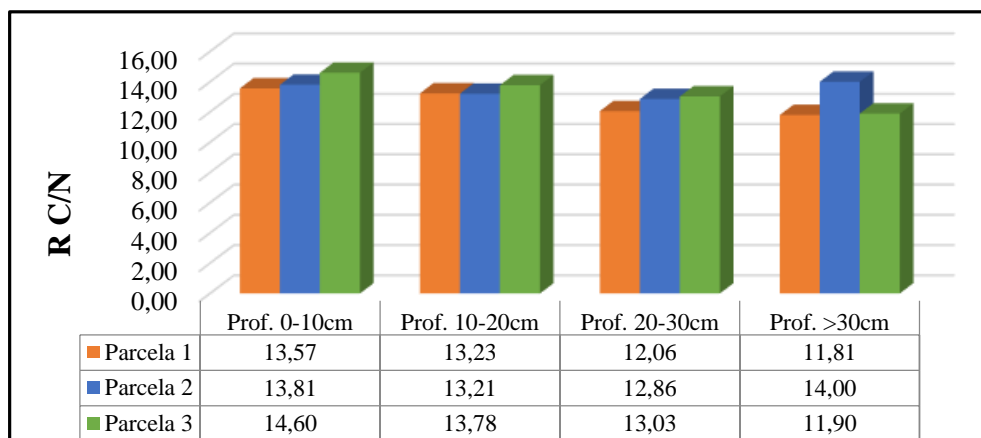


Gráfico 8. Relación C/N en el suelo de bosque de Guangra

C. CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE COT EN EL SUELO.

a. Por el Método de Lost Ignición

En el análisis de varianza según el contenido total de Carbono Orgánico por el Método de Lost Ignición en el suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 17), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre profundidades y no significativas entre parcelas.

El coeficiente de variación es 4,39%.

El total de Carbono Orgánico en el suelo de bosque nativo del sector Guangra entre la profundidad de 0 - >30 cm es de 252,57 ton ha⁻¹.

Cuadro 17. Análisis de varianza según el contenido total de Carbono Orgánico por el Método Lost Ignición en el suelo de bosque

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	34424	11474,7	256,6	1,01E-06	**
Parcelas	2	375,42	187,71	4,20	0,07	Ns
Error	6	268,31	44,72			
Total	11	35067,7				
CV%			4,39			
Media			252,57			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

La prueba de Tukey al 5% entre Parcelas según el contenido total de C en el suelo de bosque nativo de ceja andina del sector Guangra (Cuadro 18, Gráfico 9) presentaron 3 rangos; en el rango “A” se ubicó a la Parcela 1 con un valor de 257,66 ton C ha⁻¹, en el rango “B” se ubicó a la Parcela 2 con un valor de 253,29 ton C ha⁻¹ y en el rango “C” se ubicó a la Parcela 3 con un valor de 246,77 ton C ha⁻¹.

Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5% entre parcelas según el contenido total de Carbono por el Método de Lost Ignición en el suelo de bosque

PARCELAS	Medias	n	E.E.	Rango
Parcela 1	257,66	5	3,16	A
Parcela 2	253,29	5	3,16	B
Parcela 3	246,77	5	3,16	C

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

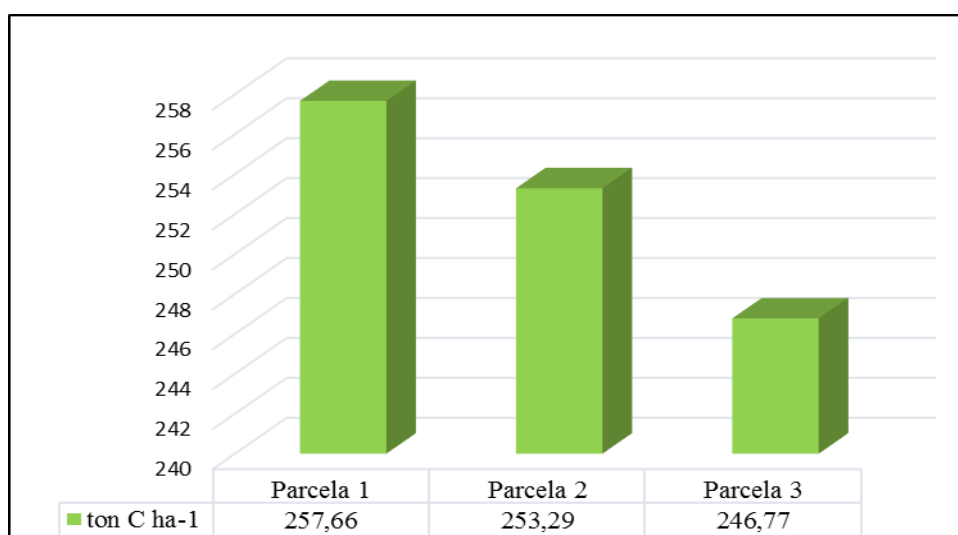


Gráfico 9. Carbono acumulado entre parcelas en ton ha⁻¹ por el método de Lost Ignición en el suelo de bosque nativo del Sector Guangra

La acumulación de carbono del suelo (CS) es un proceso importante para mitigar el efecto del cambio climático, ya que la superficie terrestre, además de ser un sumidero, es un reservorio de carbono estabilizado (Etchevers *et al.*, 2006). Sin embargo, cuando hay cambio de uso, este mismo sumidero puede transformarse en una fuente. La concentración de carbono orgánico en los suelos generalmente disminuye con la profundidad y a mayor proporción de reservorios relativamente estables menor la concentración total de carbono (IPCC, 1997).

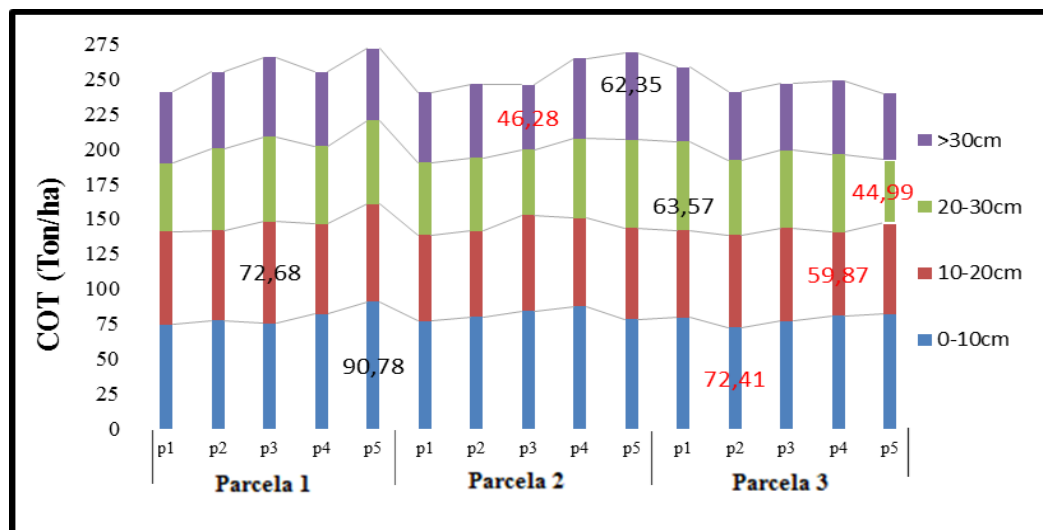
Cuadro 19. Carbono almacenado en el Suelo de Bosque por el Método de Lost Ignición

Parcelas	Profundidad (cm)	Carbono en el Suelo (ton C ha ⁻¹)					
		punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto 5	Media
P1	0-10	74,43	77,26	75,36	81,93	90,78	79,95
	10-20	66,34	64,25	72,68	64,25	69,78	67,46
	20-30	48,95	58,55	60,40	55,61	59,86	56,67
	>30	51,12	54,93	57,11	53,35	51,35	53,57
	Total	240,84	254,99	265,55	255,14	271,77	257,66
P2	0-10	76,76	79,88	84,05	87,38	78,26	81,27
	10-20	61,58	61,28	68,41	63,22	65,03	63,90
	20-30	51,92	52,59	47,09	56,79	63,33	54,34
	>30	50,31	52,63	46,28	57,30	62,35	53,77
	Total	240,57	246,38	245,83	264,69	268,97	253,29
P3	0-10	79,35	72,41	76,70	80,64	81,88	78,20
	10-20	62,20	65,99	66,50	59,87	65,24	63,96
	20-30	63,57	53,62	55,77	55,68	44,99	54,73
	>30	53,11	48,67	47,51	52,73	47,41	49,89
	Total	258,23	240,69	246,48	248,92	239,52	246,77
Media						252,57	

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Los resultados obtenidos indican que la mayor reserva de C almacenado se encuentra en el (p5 P1) con 271,77 ton C ha⁻¹, y la menor en el (p5 P3), con una reserva de C almacenado de 239,52 ton C ha⁻¹; teniendo la media entre las 3 Parcelas la de mayor reserva de C almacenado encontrándose en la P1 con 257,66 ton C ha⁻¹ y la menor en la Parcela 3, con una reserva de C almacenado de 246,77 ton C ha⁻¹ (Cuadro 19, Gráfico 10), teniendo la media de Carbono Total almacenado en el suelo de Bosque Siempre Verde de Ceja Andina del Sector Guangra en las profundidades de 0 a >30 cm de 252,57 ton C ha⁻¹.

El mayor contenido de C en el suelo se encuentra dentro de los primeros 10 cm de profundidad y disminuye conforme aumenta la profundidad (Cuadro 19, Gráfico 10), este patrón se observó en los 5 puntos de muestreo de cada parcela. La mayor reserva de C en los primeros 10 cm se registró en el (p5 P1) con 90,78 ton C ha⁻¹ y la menor en el (p2 P3) con 72,41 ton C ha⁻¹. La menor reserva de C se dio en las profundidades de >30 cm, teniendo su valor máximo en el (p5 P2), con 62,35 ton C ha⁻¹ y la menor en el (p3 P2), con 46,28 ton C ha⁻¹ton/ha.



Dónde: COT= Carbono Orgánico Total, p= puntos de muestreo

Gráfico 10. Contenido de Carbono Orgánico Total a diferentes profundidades por el Método de Lost Ignición

b. Por el Método de Dumas en el Equipo Flash 2000

En el análisis de varianza según el contenido total de Carbono Orgánico, en el suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades (Cuadro 20), presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre profundidades y significativas entre parcelas.

El coeficiente de variación fue 5,01%.

El total de Carbono Orgánico por el Método de Dumas en el suelo de bosque nativo del sector Guangra fue de 248,80 ton ha⁻¹.

Cuadro 20. Análisis de varianza según el contenido total de Carbono Orgánico por el Método de Dumas en el Equipo Flash 2000

F. Variación	gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	p-valor	Significancia
Profundidad	3	33545,2	11181,7	97,56	1,76E-05	**
Parcelas	2	920,98	460,49	4,02	0,08	Ns
Error	6	687,70	114,62			
Total	11	35153,9				
CV %			5,01			
Media			248,80			

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

** : Altamente Significativo

Ns: No Significativo

La prueba de Tukey al 5% entre Parcelas según el contenido total de C en el suelo de bosque nativo de ceja andina del sector Guangra (Cuadro 21, Gráfico 11) presentaron 3 rangos; en el rango “A” se ubicó a la Parcela 1 con un valor de 256,70 ton C ha⁻¹, en el rango “B” se ubicó a la Parcela 2 con un valor de 247,87 ton C ha⁻¹ y en el rango “C” se ubicó a la Parcela 3 con un valor de 241,83 ton C ha⁻¹.

Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5% entre parcelas según el contenido total de Carbono por el método de Dumas en el suelo de bosque

PARCELAS	Medias	n	E.E.	Rango
Parcela 1	256,70	5	4,32	A
Parcela 2	247,87	5	4,32	B
Parcela 3	241,83	5	4,32	C

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

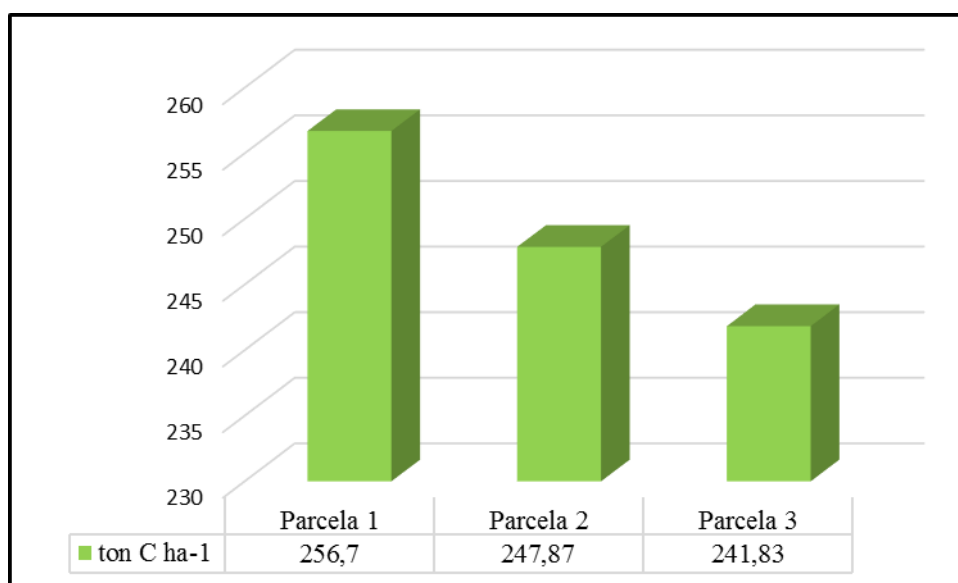


Gráfico 11. Carbono acumulado entre parcelas en ton ha⁻¹ por el método de Dumas en el suelo de bosque nativo del Sector Guangra

Según Zambrano (2004) Los bosques cubren el 29% de las tierras y contienen el 60% del carbono de la vegetación terrestre.

Se ha estimado que el carbono (C) en la biomasa de los bosques primarios y secundarios varía entre 60 y 230 y entre 25 y 190 ton/ha, respectivamente (Brown et ál. 1997), y que el C en el suelo puede variar entre 60 y 115 ton/ha.

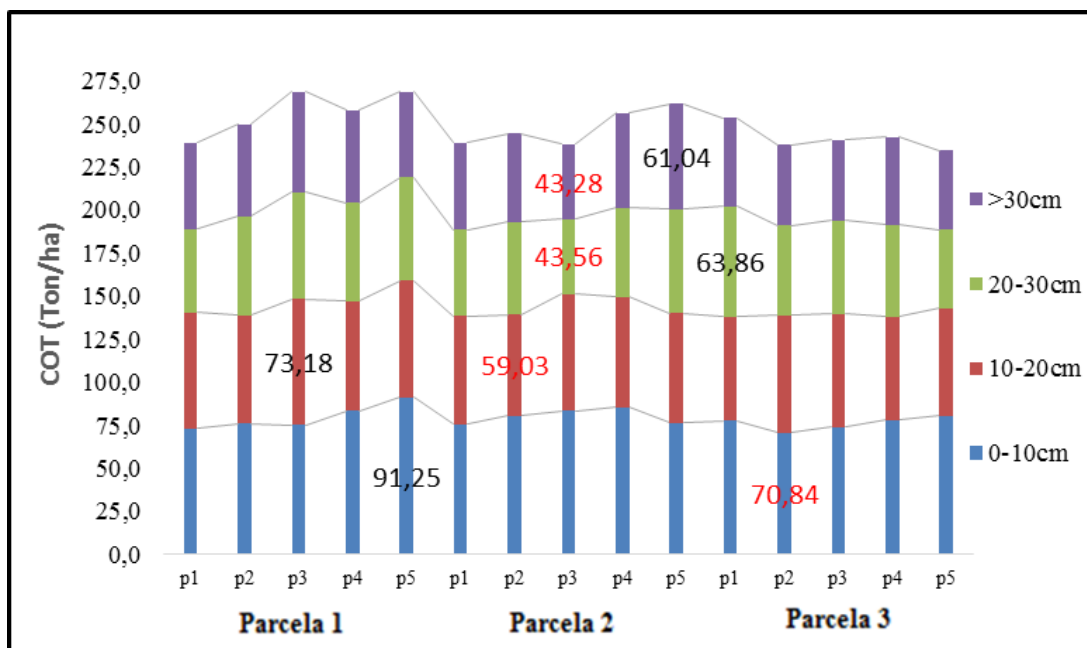
Cuadro 22. Carbono almacenado en el Suelo de Bosque por el Método de Dumas

Parcelas	Profundidad cm	Carbono en el Suelo (ton C ha ⁻¹)					
		punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	punto 5	Media
P1	0-10cm	73,08	75,84	74,97	83,40	91,25	79,71
	10-20cm	67,59	62,94	73,18	63,61	67,71	67,01
	20-30cm	48,45	57,47	62,22	57,21	59,96	57,06
	>30cm	50,06	53,32	58,06	53,66	49,53	52,93
	Total	239,18	249,57	268,44	257,87	268,45	256,70
P2	0-10cm	75,74	80,35	83,56	85,38	76,53	80,31
	10-20cm	62,89	59,03	67,75	64,10	63,61	63,47
	20-30cm	49,97	53,65	43,56	51,96	60,32	51,89
	>30cm	50,66	51,30	43,28	54,69	61,04	52,20
	Total	239,26	244,34	238,15	256,13	261,50	247,87
P3	0-10cm	77,72	70,84	74,10	78,19	80,67	76,30
	10-20cm	60,44	67,94	65,42	59,69	62,09	63,11
	20-30cm	63,86	52,07	54,55	53,40	45,73	53,92
	>30cm	51,52	47,18	46,73	51,19	45,85	48,49
	Total	253,54	238,03	240,79	242,46	234,34	241,83
Media						248,80	

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Los resultados obtenidos indican que la mayor reserva de C almacenado se encuentra en el (p4 P1) con 268,45 ton C ha⁻¹, y la menor en el (p5 P3), con una reserva de C almacenado de 234,34 ton C ha⁻¹; teniendo la media entre las 3 Parcelas la de mayor reserva de C almacenado encontrándose en la P1 con 256,70 ton C ha⁻¹ y la menor en la Parcela 3, con una reserva de C almacenado de 241,83 ton C ha⁻¹ (Cuadro 22, Gráfico 12), teniendo la media de Carbono Total almacenado en el suelo de Bosque Siempre Verde de Ceja Andina del Sector Guangra entre las profundidades de 0 a >30 cm de 248,80 ton C ha⁻¹.

El mayor contenido de C en el suelo se encuentra dentro de los primeros 10 cm de profundidad y disminuye conforme aumenta la profundidad (Cuadro 22, Gráfico 12), este patrón se observó en los 5 puntos de muestreo de cada parcela. La mayor reserva de C en los primeros 10 cm se registró en el (p5 P1) con 91,25 ton C ha⁻¹ y la menor en el (p2 P3) con 70,84 ton C ha⁻¹. La menor reserva de C se dio en las profundidades de >30 cm, teniendo su valor máximo en el (p3 P1), con 58,06 ton C ha⁻¹ y la menor en el (p3 P2), con 43,28 ton C ha⁻¹ton/ha.



Dónde: COT= Carbono Orgánico Total, p= puntos de muestreo

Gráfico 12. Contenido de Carbono Orgánico Total a diferentes profundidades por el Método de Dumas

Los resultados obtenidos en esta investigación a 4 profundidades (0-10, 10-20, 20-30 y >30cm) son: de 252,57 ton C ha⁻¹ por el método de Lost Ignición y de 248,80 ton C ha⁻¹ por el método de Dumas, teniendo una diferencia de los dos métodos de 3,77 ton C ha⁻¹.

Corroborando estos resultados con un estudio realizado por Cargua, F. y Rodríguez, M. (2013) en este tipo de bosque a tres profundidades de entre (0-10, 10-20 y 20-30cm), manifiestan que la mayor reserva de C almacenado en el suelo se encuentra dentro de los primeros 10 cm de profundidad y disminuye conforme aumenta la profundidad, teniendo un valor de Carbono Total a las tres profundidades de 216,93 ton C ha⁻¹.

D. VALIDACIÓN DEL MÉTODO PARA FIJACIÓN DE CARBONO.

El contenido de Carbono Total determinado por el Método de Dumas a diferentes profundidades fue, en casi todos los casos, inferiores a los valores obtenidos mediante el Método de pérdida por Ignición. Esto es consecuencia de las características intrínsecas de cada método.

De un total de 12 muestras de suelos (se tomaron las medias de cada profundidad de las tres parcelas). Aplicando el método de mínimos cuadrados, se obtuvo la regresión lineal

siguiente: $Y = 1,0089x - 1,5024$ con un $R^2 = 0,9954$ y con un error de 0,021. Donde “X” es el contenido de Carbono Orgánico expresado en ton C ha^{-1} medido por el método de Lost Ignición, “Y” es el contenido de Carbono Orgánico medido por el método de Dumas en el equipo Flash 2000. La línea tiene una pendiente igual a 1 pasa por el origen. Los puntos en la gráfica representan las medias de los análisis (Gráfico 13).

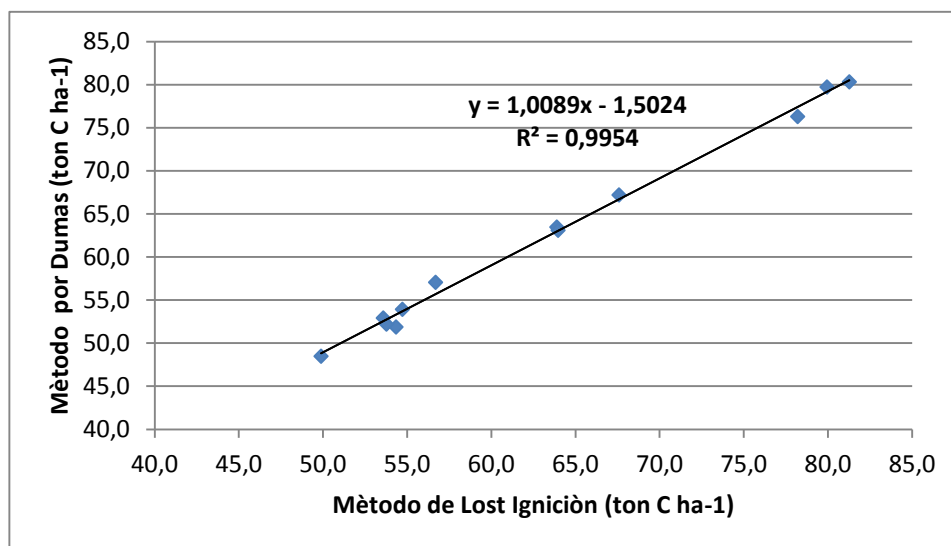


Gráfico 13. Representación gráfica de la recta de regresión lineal para los resultados obtenidos por ambos métodos.

La desviación estándar calculada anteriormente nos indica que existe reproducibilidad en los valores obtenidos, a simple vista se puede notar que también existe correlación entre los valores obtenidos entre ambos métodos. Se puede observar en el (Cuadro 23) que la correlación de estos se encuentra entre el 95,49% y 99,69%, teniendo un promedio de correlación entre los dos métodos de 98,33%, estando en un rango aceptable.

El método de pérdida por Ignición es una opción viable, es una herramienta muy útil para la determinación de Carbono Total, debido a que es un método tradicional, es un método económico dado que no utilizan reactivos químicos, resulta razonablemente preciso en la estimación de MO del suelo.

No obstante mencionar que al obtener los resultados por Ignición, puede haber errores humanos al realizar sus respectivos cálculos, ya que se obtienen los resultados por la pérdida de peso de la muestra.

Cuadro 23. Contenido de COT obtenidos por el método Lost Ignición y el método Dumas

Prof. (cm)	Parcelas	Lost Ignición	Dumas	Correlación (%)
0-10	P1	79,95	79,71	99,69
	P2	81,27	80,31	98,82
	P3	78,20	76,30	97,58
10-20	P1	67,58	67,19	99,43
	P2	63,90	63,47	99,33
	P3	63,96	63,11	98,68
20-30	P1	56,68	57,06	99,32
	P2	54,34	51,89	95,49
	P3	54,72	53,92	98,53
>30	P1	53,57	52,93	98,79
	P2	53,77	52,20	97,07
	P3	49,89	48,49	97,21

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

El método Dumas realizado en el Equipo Flash 2000 para la determinación cuantitativa de Carbono Total es tan preciso, considerablemente más rápido lo que lo hace tan interesante para aplicaciones de investigación a mayor escala.

Además es ventajoso en cuanto a que una vez colocados las muestras en el carrusel de automuestreo, el analizador trabaja de forma autónoma sin que sea necesaria la presencia del analista, el equipo procesa las muestras las 24 horas del día sin que esta apague.

Al analizar la totalidad de los datos nos da una diferencia de 0,98, lo que nos indica que se puede decir que existe correlación entre los dos métodos y pueden ser analizados indistintamente.

Validando el método por DUMAS en el equipo Flash 2000 por ser el método más exacto, porque no presento errores significativos al realizar las repeticiones de las muestras en el equipo, mientras que el método por Lost Ignición es menos exacto por que se producen errores humanos al realizar los diferentes cálculos y validamos todo lo dicho anteriormente con la prueba de correlación que se encuentra en el cuadro 23.

E. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO A DISTINTAS ALTITUDES Y LA INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO DE LAS sp.

Para la determinación del contenido de Carbono a distintas altitudes y la influencia que esta tiene en el crecimiento de las especies, se tomaron tres puntos de muestreo en el centro de la parcela de 60x60m, asimilando que esto abarca a toda la parcela en estudio. Para conocer la influencia que esta tiene en el crecimiento de las especies se realizó un inventario forestal para conocer las especies existentes en este tipo de bosque, siguiendo la metodología descrita por el Manual de Campo publicado por el proyecto Evaluación Nacional Forestal (ENF) 2012.

➤ Especies registrados en el área de estudio

Cuadro 24. Número de individuos totales en el conglomerado

ESPECIES	C1P1	C1P2	C1P3	Total	%
<i>Saurauia tomentosa</i>	1	-	-	1	0,49
<i>Oreopanax ecuadorense</i>	5	8	5	18	8,78
<i>Styloceras sp.</i>	7	3	3	13	6,34
<i>Clusia flaviflora</i>	5	4	8	17	8,29
<i>Weinmannia sp.</i>	4	3	6	13	6,34
<i>Vallea stipularis</i>	2	3	4	9	4,39
<i>Aegiphila sp.</i>	12	15	8	35	17,07
<i>Miconia bracteolata</i>	6	7	5	18	8,78
<i>Miconia sp.</i>	22	13	8	43	20,98
<i>Myrcianthes sp.</i>	1	4	3	8	3,90
<i>Myrsine andina</i>	10	10	4	24	11,71
<i>Roupala sp.</i>	1	-	-	1	0,49
<i>Nectandra sp.</i>	1	-	1	2	0,98
<i>Escallonia sp.</i>	-	-	2	2	0,98
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	-	-	1	1	0,49
TOTAL				205	100,00

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

En el (Cuadro 24) se indica el número de individuos por parcela y del total de individuos en el conglomerado, se identificó un total de 15 especies forestales en el conglomerado, de la cual en la primera parcela 13 especies, en la segunda 10 especies y en la tercera 13 especies. La sp. con mayor abundancia en la parcela 1 fue *Miconia sp.* (Melastomataceae) con 22 individuos, en la parcela 2 fue *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) con 15 individuos y en la parcela 3 a *Clusia flaviflora* (Clusiaceae), *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) y *Miconia sp.* (Melastomataceae) con 8 individuos respectivamente. La

especie que más predomina en el conglomerado es *Miconia sp.* (Melastomataceae) con 43 individuos (20,98%), seguido de *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) con 35 individuos (17,07%) en el conglomerado. Según Ulloa y Jorgensen (1995) *Miconia* es el género más abundante de los Andes del Ecuador, también manifiestan que *Aegiphila*, *Weinmannia* y *Oreopanax* son géneros más numerosos que se pueden encontrar en los Andes del Ecuador, lo cual tiene una gran coincidencia con nuestra investigación.

➤ **Clases diamétricas de los datos obtenidos en la investigación.**

Cuadro 25. Clases diamétricas por especie en el conglomerado

DAP (cm)/ Especies	< 10	10,1-14	14,1 - 18	18,1 - 22	22,1 – 26	26,1 – 30	30,1 - 34	>34,1	Total
<i>Saurauia tomentosa</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	-	-	3	4	4	3	4	-	18
<i>Styloceras sp.</i>	1	2	2	-	6	1	-	1	13
<i>Clusia flaviflora</i>	-	1	1	3	4	4	2	2	17
<i>Weinmannia sp.</i>	-	-	-	2	-	2	5	4	13
<i>Vallea stipularis</i>	-	1	1	2	3	2	-	-	9
<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	2	7	4	3	10	6	35
<i>Miconia bracteolata</i>	-	2	5	6	2	2	1	-	18
<i>Miconia sp.</i>	4	8	10	11	4	5	1	-	43
<i>Myrcianthes sp.</i>	1	1	2	3	1	-	-	-	8
<i>Myrsine andina</i>	1	2	3	7	8	3	-	-	24
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Nectandra sp.</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	2
<i>Roupala sp.</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Escallonia sp.</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	2
TOTAL	13	19	31	45	36	25	23	13	205
%	6,34	9,27	15,12	21,95	17,56	12,20	11,22	6,34	

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

En el (Cuadro 25) se muestra la distribución de las clases diamétricas analizada en el conglomerado. Se observa que entre el rango de 18,1-22 cm, tenemos 45 individuos lo que representa el 21,95% y en el rango de 22,1-26 cm. tenemos 36 individuos lo que representa el 17,56%, mientras va en disminución hacia los rangos superiores.

Los individuos que se encuentran en los rangos con DAP inferiores a 30,1 cm, son aquellos que están atravesando la etapa de desarrollo y son aquellos que están próximos a alcanzar su madurez. Para el caso de los individuos con DAP menores a 18,1 cm. (30,73%) se considera positivo su desarrollo ya que nos indica que existe un buen reemplazo en el bosque.

➤ **Área basal de las especies en estudio**

Cuadro 26. Área basal total por especie en el conglomerado

Área basal (m²) por Especie					
Especies	C1P1	C1P2	C1P3	TOTAL	%
<i>Saurauia tomentosa</i>	0,01	-	-	0,01	0,06
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0,15	0,43	0,30	0,88	10,19
<i>Styloceras sp.</i>	0,27	0,13	0,12	0,52	5,98
<i>Clusia flaviflora</i>	0,27	0,18	0,43	0,88	10,25
<i>Weinmannia sp.</i>	0,25	0,23	0,50	0,97	11,26
<i>Vallea stipularis</i>	0,05	0,13	0,16	0,34	3,91
<i>Aegiphila sp.</i>	0,48	1,03	0,61	2,12	24,61
<i>Miconia bracteolata</i>	0,17	0,27	0,15	0,59	6,80
<i>Miconia sp.</i>	0,59	0,44	0,20	1,22	14,17
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	0,01	0,10	0,09	0,19	2,19
<i>Myrsine andina</i>	0,29	0,34	0,20	0,82	9,55
<i>Roupala sp.</i>	0,01	-	-	0,01	0,12
<i>Nectandra sp.</i>	0,03	-	0,03	0,06	0,67
<i>Escallonia sp.</i>	-	-	0,01	0,01	0,16
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	-	-	0,01	0,01	0,07
TOTAL	2,56	3,26	2,79	8,62	100,00

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

En el (Cuadro 26) el área basal total del conglomerado es de 8,62m² en 1,08 ha, que comprende las tres parcelas. La especie con mayor área basal en la parcela 1 corresponde a *Miconia sp.* (Melastomataceae) con 0,59 m², en la parcela 2 y 3 tenemos a la especie *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) con 1,04 y 0,61 m² respectivamente. La especie con menor área basal tenemos en la parcela 1 a *Saurauia tomentosa* con 0,01 m².

En lo referente a cada parcela, la parcela 1 registró un área basal de 2,56 m², la parcela 2 obtuvo un área basal de 3,26 m² y la parcela 3 obtuvo un área basal de 2,79 m².

➤ **Volumen de las especies en estudio.**

El volumen total del conglomerado es de 88,96m³ en 1,08 ha, que comprende las tres parcelas. La especie con mayor volumen total en la parcela 1 corresponde a *Miconia sp.* (Melastomataceae) con 4,98 m³, en la parcela 2 y 3 tenemos a la especie *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) con 10,95 y 7,19 m³ respectivamente.

En lo referente a cada parcela, la parcela 1 registró un volumen total de 23,38 m³, la parcela 2 obtuvo un volumen total de 33,75 m³ y la parcela 3 obtuvo un volumen total de 31,83 m³ (Cuadro 27).

Cuadro 27. Volumen total (m³) en el conglomerado

Especies "C1"	Volumen total (m ³) "P1"	Volumen total (m ³) "P2"	Volumen total (m ³) "P3"	Total	%
<i>Saurauia tomentosa</i>	0,03	-	-	0,03	0,03
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1,27	3,98	2,77	8,02	9,02
<i>Styloceras sp.</i>	3,19	1,27	1,31	5,77	6,49
<i>Clusia flaviflora</i>	1,94	2,23	5,46	9,64	10,83
<i>Weinmannia sp.</i>	2,84	2,49	6,10	11,43	12,85
<i>Vallea stipularis</i>	0,27	1,11	1,35	2,72	3,06
<i>Aegiphila sp.</i>	4,56	10,95	7,19	22,70	25,51
<i>Miconia bracteolata</i>	1,66	3,13	1,44	6,22	6,99
<i>Miconia sp.</i>	4,98	4,55	3,08	12,61	14,18
<i>Myrcianthes sp.</i>	0,04	0,81	0,64	1,50	1,69
<i>Myrsine andina</i>	2,39	3,22	1,84	7,44	8,37
<i>Roupala sp.</i>	0,04	-	-	0,04	0,04
<i>Nectandra sp.</i>	0,19	-	0,56	0,75	0,84
<i>Escallonia sp.</i>	-	-	0,07	0,07	0,07
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	-	-	0,03	0,03	0,03
TOTAL	23,38	33,75	31,83	88,96	100,00

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

➤ **Regeneración y sotobosque**

La regeneración natural es la base fundamental para la continuidad y sobrevivencia de las especies. En el (Cuadro 28) muestra el registro de las especies, teniendo un total de 16 especies identificadas en el conglomerado 001, que corresponden al bosque siempre verde andino de ceja andina, esta zona presenta la mayor superficie de bosque y en la que se encuentra la mayor cantidad de especies con un alto endemismo representativo para nuestro país (Valencia et al. 2000).

Cuadro 28. Identificación de árboles de regeneración conglomerado

Conglom.	Parcela	ID árbol generado	Nombre común	Nombre científico	# de individuos > 0.30 y < 1.30 m altura	# de individuos > 1.30 m altura < 10 cm DAP	
1	P1	AG01	Colca	<i>Miconia sp.</i>	4	-	
		AG02	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	-	
		AG03	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	5	-	
		AG04	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	3	2	
		AG05	Piquil	<i>Gynoxis sp.</i>	4	3	
		AG06	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	3	4	
		AG07	Sacha capulí	<i>Vallea stipularis</i>	2	-	
		AG08	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	3	
		AG09	Ichul/Olloco	<i>Gaiadendron punctatum</i>	2	2	
		AG10	Pujin	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	3	
		AG11	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	4	
	P2	AG01	Chachacu	<i>Escallonia sp.</i>	3	2	
		AG02	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	2	4	
		AG03	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	
		AG04	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	4	-	
		AG05	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	
		AG06	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	3	6	
		AG07	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2	
		AG08	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	-	3	
		AG09	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	-	2	
		AG10	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	
	P3	AG01	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	2	3	
		AG02	Chachacu	<i>Escallonia sp.</i>	1	1	
		AG03	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	3	
		AG04	Colca	<i>Miconia sp.</i>	2	-	
		AG05	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	2	5	
		AG06	Súru	<i>Chusquea sp.</i>	8	-	
		AG07	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	-	3	
		AG08	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	5	2	
	TOTAL					65	63

Fuente: Investigación de campo

➤ **Valor de importancia de especies (V.I. sp.)**

Se determinó 205 individuos pertenecientes a 14 familias, 14 géneros y 15 especies. Las especies más abundantes fueron: *Miconia sp.* (Melastomataceae) con 43 individuos y *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) con 35 individuos.

En el (Cuadro 29) la especie con mayor valor de importancia (V.I. sp.) fue *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) con 16,67 %, por tener la segunda mayor abundancia con 17,07 % y tener un alto porcentaje en dominancia relativa con 24,61 %.

Cuadro 29. Valor de importancia de especies ("C1")

ESPECIES	ABUNDANCIA	F. RELATIVA	D. RELATIVA	V.I. sp.
<i>Saurauia tomentosa</i>	0,49	2,78	0,06	1,11
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	8,78	8,33	10,19	9,10
<i>Styloceras sp.</i>	6,34	8,33	5,98	6,89
<i>Clusia flaviflora</i>	8,29	8,33	10,25	8,96
<i>Weinmannia sp.</i>	6,34	8,33	11,26	8,65
<i>Vallea stipularis</i>	4,39	8,33	3,91	5,54
<i>Aegiphila sp.</i>	17,07	8,33	24,61	16,67
<i>Miconia bracteolata</i>	8,78	8,33	6,80	7,97
<i>Miconia sp.</i>	20,98	8,33	14,17	14,49
<i>Myrcianthes sp.</i>	3,90	8,33	2,19	4,81
<i>Myrsine andina</i>	11,71	8,33	9,55	9,86
<i>Roupala sp.</i>	0,49	2,78	0,12	1,13
<i>Nectandra sp.</i>	0,98	5,56	0,67	2,40
<i>Escallonia sp.</i>	0,98	2,78	0,16	1,30
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	0,49	2,78	0,07	1,11
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Miconia sp. (Melastomataceae) fue la especie con mayor abundancia por tener 20,98 %, relacionada con el mayor número de individuos, por lo tanto es la segunda especie con mayor valor de importancia (V.I. sp.) dentro del conglomerado 1.

Las especies con la menor abundancia de 0,49 % y menor valor de importancia (V.I. sp.) con 1,11 % respectivamente fueron: *Saurauia tomentosa* (Actinidiaceae) y *Hesperomeles ferruginea* (Rosaceae).

En el (Cuadro 30) se puede observar la relación del contenido de Carbono Orgánico Total y como varía dependiendo el tipo de vegetación y variación de altitud en el bosque nativo del Sector Guangra.

Cuadro 30. Datos promedio del contenido de COT del suelo con relación a la altitud del bosque nativo del sector Guangra

Parcelas	Altitud (msnm)	Promedio Profundidad de muestreo ton C ha ⁻¹			
		0-10cm	10-20cm	20-30cm	>30cm
P1	3120-3170	79,71	67,19	57,06	52,93
P2	3240-3270	80,31	63,47	51,89	52,20
P3	3200-3230	76,30	63,11	53,92	58,49

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Haciendo una comparación entre el contenido de COT almacenado en la biomasa de cada parcela con las especies que se encuentran en este sitio de estudio del bosque nativo del Sector de Guangra, tenemos que la especie que más captura carbono en las 3 parcelas es *Aegiphila sp.* con 11,00 ton C ha⁻¹ en los 35 individuos registrados, seguidos de las especies de *Weinmannia sp.* y *Miconia sp.* con 5,66 y 5,62 ton C ha⁻¹ respectivamente, en los 13 y 43 individuos registrados entre las 3 parcelas.

Cuadro 31. Contenido de C almacenado en la Biomasa Aérea del bosque de Guangra

Biomasa Aérea del bosque (ton C ha⁻¹)				
Especies	C1P1	C1P2	C1P3	TOTAL
<i>Saurauia tomentosa</i>	0,01	-	-	0,01
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0,57	2,09	1,31	3,97
<i>Styloceras sp.</i>	1,10	0,67	0,79	2,56
<i>Clusia flaviflora</i>	1,00	0,87	2,94	4,82
<i>Weinmannia sp.</i>	0,93	1,23	3,51	5,66
<i>Vallea stipularis</i>	0,14	0,41	0,56	1,11
<i>Aegiphila sp.</i>	2,38	4,59	4,03	11,00
<i>Miconia bracteolata</i>	0,70	1,85	0,68	3,23
<i>Miconia sp.</i>	2,47	2,31	0,84	5,62
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	0,02	0,42	0,31	0,75
<i>Myrsine andina</i>	1,29	1,71	1,07	4,07
<i>Roupala sp.</i>	0,02	-	-	0,02
<i>Nectandra sp.</i>	0,13	-	0,35	0,48
<i>Escallonia sp.</i>	-	-	0,03	0,03
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	-	-	0,01	0,01

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

En el (Cuadro 32) muestra el contenido de COT presente en los dos depósitos dentro del área de estudio, teniendo en la parcela 2 la mayor reserva de Carbono almacenado entre la Biomasa Aérea del bosque y Suelo con 292,76 ton C ha⁻¹, debido a que en esta parcela se encuentran las especies con mayor área basal y altura total.

Cuadro 32. Contenido de COT presente en el depósito de suelo y bosque del sector de Guangra

Conglomerado	Parcela	Biomasa Aérea bosque (ton C ha⁻¹)	Suelo (ton C ha⁻¹)	Carbono Total (ton C ha⁻¹)
001	P1	29,86	256,70	286,56
	P2	44,89	247,87	292,76
	P3	45,60	241,83	287,43

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados la media de carbono total almacenado en el suelo de Bosque Siempre Verde de Ceja Andina del sector Guangra entre las profundidades de 0 a >30 cm mediante el método Lost Ignición tenemos 252,57 ton C ha⁻¹, mientras que por Combustión por Dumas en el equipo Flash 2000 dio un resultado de 248,80 ton C ha⁻¹, teniendo una diferencia entre los dos métodos de 3,77 ton C ha⁻¹.
- El contenido de Carbono Total determinado por el Método de Dumas a diferentes profundidades fue, en casi todos los casos, inferiores a los valores obtenidos mediante el Método de pérdida por Ignición. Esto es consecuencia de las características intrínsecas de cada método ya que el método por Dumas es automatizado y no percibe errores humanos a diferencia que el método por pérdida de Ignición se lo realiza manualmente, teniendo una correlación entre los dos métodos de 98,33 % encontrándose en un rango aceptable.
- La mayor reserva de C almacenado se dio entre la altitud de 3120 - 3170 msnm. un valor de 256,70 ton C ha⁻¹, obteniendo 79,71 ton C ha⁻¹ a la profundidad de 0-10 cm. y a >30 cm. 52,93 ton C ha⁻¹. En la altitud de 3240 - 3270 msnm. la reserva de C almacenado es de 247,87 ton C ha⁻¹, obteniendo 80,31 ton C ha⁻¹ a la profundidad de 0-10 cm. a >30 cm. 52,20 ton C ha⁻¹. En la altitud de 3200 - 3230 msnm. la reserva de C almacenado es de 241,83 ton C ha⁻¹, obteniendo 76,30 ton C ha⁻¹ a la profundidad de 0-10 cm. y a >30 cm. 48,49 ton C ha⁻¹. La especie de mayor valor de importancia es *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) en las 3 parcelas con un 16,67%, siendo esta la segunda especie con mayor abundancia 17,07%, teniendo un alto porcentaje en dominancia relativa 24,61%, y siendo esta la especie que más captura carbono con 11,00 ton C ha⁻¹ en los 35 individuos registrados.
- La cantidad de carbono acumulado en el suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades varía, debido a que contiene alta biodiversidad, encontrándose mayor acumulación de materia orgánica, por ello existe mayor captura de carbono tanto en la biomasa aérea como en el suelo, afirmando nuestra hipótesis.

VII. RECOMENDACIONES

- Para la evaluación del carbono edáfico en zonas con paisajes heterogéneos como el sector de Guangra, es de gran importancia utilizar métodos de muestreo que abarquen áreas considerables, para el estudio tanto de flora como de fauna, en las que se puedan apreciar los diversos patrones de uso y cobertura del terreno para ver cómo estos inciden en la captura de carbono en el suelo.
- Las instituciones encargadas del diseño de políticas relacionadas con el cambio climático, deberían asignar mayor importancia a la captura de carbono edáfico, ya que a diferencia del C fijado en la biomasa aérea, el que se deposita en la parte subterránea es más estable, lo que puede asegurar un mayor tiempo de retención y minimizar el impacto ambiental en estos ecosistemas.
- Se sugiere desarrollar estudios complementarios y detallados de los usos de las especies forestales identificadas con potencial de captura de carbono que se encuentran en este tipo de bosque nativo de ceja andina a fin de generar alternativas productivas sostenibles para mitigar el cambio de uso de suelo y disminuir los efectos del cambio climático.
- Se debe difundir la información obtenida de la presente investigación a comunidades e instituciones involucradas en la conservación y manejo de bosques, para que sean conocedores del alto potencial que poseen y sean actores directos en la generación de planes de manejo sostenibles del sector de Guangra.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propuso determinar el contenido de carbono en el suelo de bosque nativo de ceja andina en el sector Guangra, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, se aplicó un diseño de muestreo por estratificación, en la que se estableció un conglomerado de parcelas en forma de “L”, estableciendo 3 unidades de muestreo (parcelas), distribuidos sistemáticamente. Las parcelas fueron de forma cuadrada de 60x60 m. para flora y de 20x20 m. para el contenido de carbono con cinco puntos de muestreo a cuatro profundidades, en donde se midieron diferentes variables. Se realizó la estratificación de acuerdo a los criterios propuestos por el IPCC 2006. Encontrando entre las profundidades de 0 a >30 cm mediante el métodos Lost Ignición el valor de 252,57 ton C ha⁻¹, mientras que por Combustión por Dumas en el equipo Flash 2000 dio un valor de 248,80 ton C ha⁻¹, encontrando que el Método de Dumas fue, en casi todos los casos, inferiores a los valores obtenidos mediante el Método de pérdida por Ignición, teniendo en la altitud de 3120-3170 msnm. la mayor reserva de C almacenado con un valor de 256,70 ton C ha⁻¹, y en la altitud de 3200 - 3230 msnm. la menor reserva de C almacenado con 241,83 ton C ha⁻¹, encontrando que la especie de mayor valor de importancia fue *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) con 16,67%, siendo esta la especie que más captura carbono con 11,00 ton C ha⁻¹, La cantidad de carbono acumulado en el suelo de bosque nativo del sector Guangra a diferentes profundidades varía, debido a que contiene alta biodiversidad, encontrándose mayor acumulación de materia orgánica, por ende existe mayor captura de carbono tanto en la biomasa aérea como en el suelo.



IX. SUMMARY

This research aimed to determine the carbón content in the soil of native Andean forest areas in Guanra from Achupallas parish in Alausí Canton at Chimborazo province, a sampling design was applied for layering, in which established a plots conglomerate in “L” shaped, setting a simple of three units (plots), these are distributed systematically. The plots were square shaped with 60x60m flora and 20x20m. for the carbón content with five sampling at four depths, where different variables were measured. Stratification was performed according to the criteria proposed by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2006. It Found between depths of 0 to 30cm by Lost Ignition method, the value of 252,57 ton C ha⁻¹ (tonnes of carbón per hectare), whereas combustión in the Flash Dumas 2000 equipment gave a value of 248,80 ton C ha⁻¹, finding that the method of Dumas was, in almost all cases lower than the values obtained by the method of ignition loss, taking the altitude of 3120-3170 msnm. (meters above sea level). The largest pool of C (carbon) stored with a value of 256,70 ton C ha⁻¹, and altitude 3200-3230 msnm. the smaller pool of C stored with 241.83 ton C ha⁻¹, finding that the species of greatest importance value was *Aegiphila sp.* (Lamiaceae) with 16,67%, being this the species most carbon capture with 11.00 ton C ha⁻¹. The amount of carbon stored in the soil of native Andean forest from Guanra varies at different depths, because it contains high biodiversity, being greater accumulation of organic matter, thus there is more carbon capture both the biomass and soil.



X. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera, S. (2000). Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos. Simposio Proyecto Ley Protección de Suelo. Boletín N°14. Valdivia, Chile. 77-85.
2. Baquero, F. (2004). La vegetación de los Andes del Ecuador. Disponible en línea: <https://www.flacso.org.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=43572>
3. Buckaman, H. (1993). Naturaleza y propiedades de los suelos. México D.F.; Hispano América
4. Buol, H, C. (1989). Génesis y clasificación de suelos. México D.F.; Trillos.
5. Campbell et al. (2002) citado por: Cargua, F. & Rodríguez, M. (2013). Elaboración de un inventario forestal multipropósito con énfasis en el contenido de carbono de las diferentes clases de uso de tierra, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.
6. Cargua, F. & Rodríguez, M. (2013). Elaboración de un inventario forestal multipropósito con énfasis en el contenido de carbono de las diferentes clases de uso de tierra, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.
7. Chapman, H. (1995). Diagnostic criteria for plantas and soils. California.
8. Ciesla, M. (1996). Cambio Climático; bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. Roma, FAO. 147p.
9. Damián, D. (2014). Comparación de variables edáficoclimáticas, en zonas de bosque y páramo utilizando modelo de interpolación kriging en la parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo. Disponible en línea: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3596>
10. Davies, B. (1974) citado por: Burgos, D. Cerda, A. Cueto, J. (2012). Determinación de carbón total y carbón orgánico en diferentes suelos usando método de combustión seca. Disponible en línea: http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2012123IX_4.pdf
11. ECOLAP y MAE. (2007). Guía de Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. Obtenido de: www.ambiente.gob.ec.

12. Estrada, I. (2007). Carbono en biomasa aérea en suelo y su relación con la fracción fina de este reservorio. Colegio de Posgraduados Montecillo Texcoco, Edo de México. pp: 1-24.
13. Etcheverría, P. (2009). Glomalina en bosques templados y una plantación de *Pseudotsuga menziesii* en la cordillera de los Andes, Centro-Sur de Chile
Obtenido de: www.doctoradornn.ufro.cl/index.php?option=com_docman
14. FAO. (2001). Secuestro de Carbono en el suelo. Disponible en: <http://www.fao.org/soilss-portal/manejo-del-suelo/secuestro-de-carbono-en-el-suelo/es/>.
15. FAO. (2012). Propiedades Físicas del Suelo. Disponible en: <http://www.fao.org/soilportal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>.
16. González, M., Etchevers, B., Hidalgo, M. (2008). Carbono en suelos de ladera: Factores que deben de considerarse para determinar su cambio en el tiempo. *Agrociencia*. 42(7).
17. Hernández, M. (2012). Servicios Ambientales de los Ecosistemas de Pastizales Semiáridos del Altiplano del Norte de México. Disponible en: http://www.fcf.uanl.mx/sites/default/files/files/30_-%20Miguel%81ngel%20Herndez.pdf.
18. Hontoria, R (2004). Contenido de carbono orgánico en el suelo y factores de control en la España Peninsular: Departamento de Edafología. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. *EDAFOLOGIA*, Vol. 11(2). 149-157.
19. INE. (2007). Análisis físicos y químicos en suelo. Disponible en línea: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/509/analisis.pdf>.
20. Jackson, M. (1964) citado por: Martínez, E. F. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*.5-15. Obtenido de: <http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v8n1/art06.pdf>.
21. Kononova, M. (1966) citado por: Martínez, E. f. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*.5-15. Obtenido de: <http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v8n1/art06.pdf>
22. MAE. (2008). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial GEF. Adaptación al cambio climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en Ecuador PACC.
23. Mena, P. A. (2000). Los suelos de Páramo. Serie Páramo 5. GTP/Abya Yala. Quito. Disponible en: http://www.ecociencia.org/archivos/paramo_GTP05-09112.pdf.

24. Mengual, M. (2013). El perfil del suelo y sus horizontes. Obtenido de: <https://historia-vcentenario.wikispaces.com/file/view/El+perfil+del+suelo+y+sus+horizontes.pdf>.
25. Nelson, W. and Sommers, L. (1982) citado por: Burgos, D. Cerda, A. (2012). Determinación de carbón total y carbón orgánico en diferentes suelos usando método de combustión seca. 142-145.
26. Oñate, M. (2008). Fundamentos de Geología y Edafología. Riobamba – Ecuador: Politécnica.
27. Ortiz, A. & Riascos, L. (2006). Almacenamiento y Fijación de Carbono del Sistema Agroforestal Cacao *Theobroma cacao* L y Laurel *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken En la Reserva Indígena de Talamanca, Costa Rica. 41. Obtenido de: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3706E/A3706E.pdf>.
28. Ortiz, V. & Ortiz, A. (1995). Edafología. Ed Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. Edo de México. 135-138.
29. Perdomo, C. (2008). Área de Suelos y Aguas. Cátedra de Fertilidad. NITRÓGENO. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>.
30. Raison, R. J. (2001). Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. CABI Publishing in association with The International Union Of Forestry Reserca Organizations.
31. Ravindranath and Oswald (2008) citado por: MAE/FAO. (2012). Unidad Técnica MAE/FAO. 2012. Proyecto Evaluación Nacional Forestal-EFN. Quito.
32. Rice, W. (2001). Secuestro de CO₂ atmosférico en el suelo, 9^a ed. Congreso Nacional de APRESID. 9 (88).
33. Robert, M. (2002). Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Obtenido de: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsr96s.pdf>.
34. Rondeux, J. (1996) citado por: Cargua, F. & Rodríguez, M. (2013). Elaboración de un inventario forestal multipropósito con énfasis en el contenido de carbono de las diferentes clases de uso de tierra, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.
35. Rosell, D. (2001) citado por: Burgos, D. Cerda, A. (2012). Determinación de Carbón total y carbón orgánico en diferentes suelos usando metodo de combustión seca. 142-145.

36. Sánchez, J. (2007). Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral de Plantas. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/dpesante/docs-apicultura/fertilidad%20del%20suelo.pdf>.
37. Servagro (2010). Tablas de Interpretación de los Análisis Químicos del Suelo. Obtenido de: http://www4.larural.es/servagro/fertilizacion/sueloagricola/escala_suelos.htm.
38. Suárez, D. (2008). Formación de un Corredor de Hábitat de un Bosque Montano Alto en un Mosaico de Páramo en el Norte del Ecuador.
39. Swift, R. (2001) citado por: Martínez, S.A. Faz Cano (2008). Contenido en carbono orgánico como indicador del proceso de desertificación en suelos desarrollados de material parental volcánico en la Región de Murcia. 1-3.
40. Taboada & Álvarez (2008). Fertilidad Física de los Suelos. Buenos Aires: 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
41. Terradas, J. (2001). Ecología de la vegetación de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes. Barcelona: Omega.
42. Topp, C. (1993). Soil water content. In: soil sampling and methods of analysis. Martin R. Carter Editor. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. Pp. 541-557.
43. WRI. (2001). Evaluating carbon sequestration projects: A first attempt. World Resources Institute. Washington DC. Obtenido de: www.wri.org.
44. Yáñez, A. (2004). La captura de carbono en bosques: ¿Una Herramienta para la Gestión Ambiental? Gaceta Ecológica, pp. 5-18. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/539/53907001.pdf>.
45. Zambrano, F. (2004). Emisión y Captura de Carbono en los Suelos en Ecosistemas Forestales. 11-20.
46. http://es.wikipedia.org/wiki/Relación_Carbono/Nitrogeno.
47. <http://www.derechosybosques.com/informacion/bosques-en-ecuador/>
48. <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-nativo/>
49. http://inta.gob.ar/documentos/densidad-aparente/at_multi_download/file/INTA%20Densidad%20Aparente.pdf

XI. ANEXOS

Anexo 1. Formulario para campo

**Proyecto Evaluación Nacional Forestal
Formulario 1 – Acceso al Conglomerado**

Ingreso al Conglomerado

(¿Ha ingresado al conglomerado directamente por esta parcela?)
(Marcar la respuesta correcta con un visto de acuerdo a la parcela en la que se encuentre)

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Si	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Llenar las preguntas del formulario 1
Omita el formulario 1 y pase al formulario 2

Ubicación del LUGAR DE SALIDA

(Se considera lugar de salida el sitio más cercano a un conjunto de conglomerados donde el equipo de campo puede hospedarse y contar con servicios básicos. Por ejemplo: capital provincial, cabecera cantonal o cabecera parroquial)

1. Identificación del lugar de salida:
(Ingresar el nombre en la línea punteada, e ingresar los códigos en la oficina)

Códigos

1.01 Provincia: _____

1.02 Cantón: _____

1.03 Cabecera cantonal o parroquia rural: _____

Información del VEHÍCULO antes de iniciar el acceso

2. ¿Cuál es el medio de transporte y el tipo de vehículo utilizado para trasladarse desde el LUGAR DE SALIDA hacia la parcela?
(Marcar todos los medios de transporte utilizados y registrar el tipo de vehículo para cada uno de ellos)

2.01 Aéreo →

2.02 Acuático →

2.03 Terrestre →

3. ¿Cuánto fue el tiempo del viaje, en el vehículo, y cuál fue la distancia aproximada, en kilómetros, desde el lugar de salida (Pregunta 1) hasta comenzar la caminata al conglomerado?
(Registrar el tiempo y la distancia)

3.01 Tiempo: Horas : Minutos

3.02 Distancia aproximada: Kilómetros km

4. Ubicación del lugar donde termina el viaje en el vehículo, antes de emprender la caminata a la parcela: (Utilizar el GPS)

4.01 UTM → 1. X (longitud) m

→ 2. Y (latitud) m

4.02 Altitud msnm

4.03 Código foto*

* (Tomar una foto al equipo GPS en donde se evidencie las coordenadas descritas y copiar el código de la fotografía en el recuadro.)

Información de la CAMINATA de ACCESO a la parcela

5. Fecha y hora a la que comienza la caminata de acceso:

5.01 Fecha de inicio de la caminata de acceso a la parcela: Día / Mes / Año

5.02 Hora de inicio de la caminata de acceso a la parcela: Horas : Minutos

5.03 Hora de llegada al punto de inicio de la parcela: Horas : Minutos

(Continuar a la siguiente sección...)

Acceso a la PARCELA

6. Puntos de referencia (PR) identificados en la caminata de acceso a la parcela:
(Ingresar al menos 3 puntos de referencia PR)

Código PR	Descripción del PR	UTM X	UTM Y	Código Foto	Altitud (m)	Distancia (m)
PR01						
PR02						
PR03						
PR04						
PR05						

7. Croquis de Acceso *(Se sugiere hacer un croquis con la ayuda del GPS, en el cual se grafique el punto de inicio de la caminata hasta llegar al punto de inicio de la parcela. Incluye la leyenda de ser necesario)*

Descripción del croquis:

Ubicación del CONGLOMERADO

8. Identificación del conglomerado:
(Registrar el nombre en la línea punteada, e ingresar los códigos en la oficina)

Códigos

8.01 Clase de uso de la tierra (CLUT) teórico

8.02 Conglomerado

8.03 Parcela **P**

8.04 Distribución Zonal MAE

8.05 Provincia: _____

8.06 Cantón: _____

8.07 Cabecera cantonal o parroquia rural: _____

8.08 Nombre localidad, comunidad, recinto

8.09 Nombre Carta Topográfica

8.10 Número Carta Topográfica -

(SI DATUM que se debe utilizar es WGS84)

8.11 Zona UTM

(FIN DEL FORMULARIO 1)

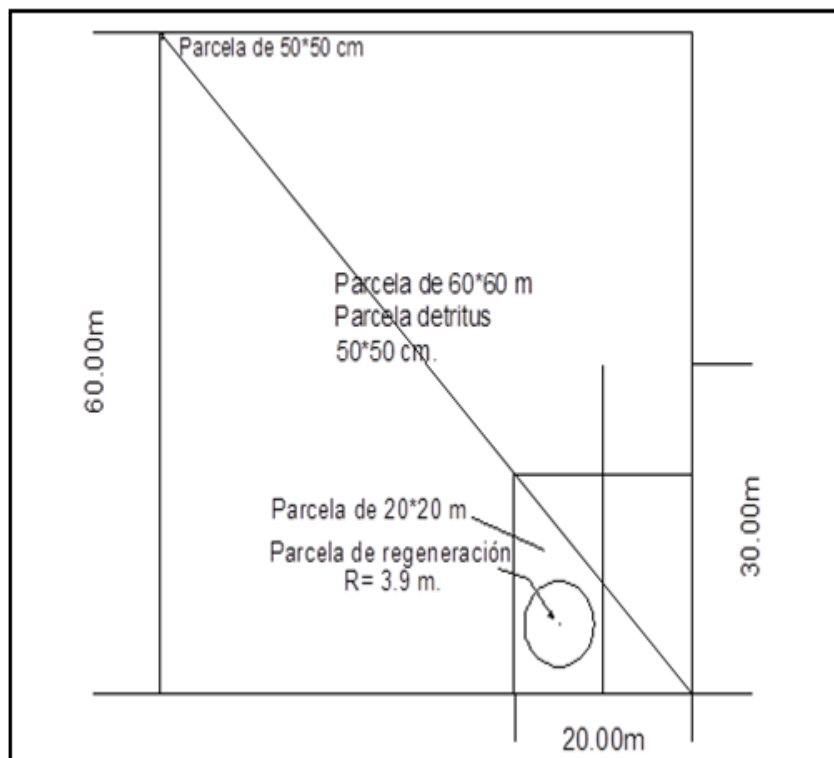
Proyecto Evaluación Nacional Forestal
Formulario 2 - Datos Generales de la Parcela 2/2

Propietario / Ocupante de la Parcela			
9. Identificación del Propietario / Ocupante de la Parcela (PP):			
Código del propietario	Área que ocupa el propietario (%) <i>Indicar en base al total de la parcela</i>	Tenencia de la Tierra 1 - Estatal 2 - Municipal 3 - Comunitario 4 - Privado independiente 5 - Privado empresarial 6 - Mixta 7 - Se desconoce 8 - Otro _____	Tipo de tenencia 1 - Con título de propiedad 2 - Sin título de propiedad
PP 01			
PP 02			
PP 03			
Perturbaciones y Estados de la Vegetación			
10. ¿Cuál es la función asignada para el bosque?			
10.01 <input type="radio"/> No aplica	10.02 <input type="radio"/> Conservación	10.03 <input type="radio"/> Producción forestal	10.04 <input type="radio"/> Múltiple
10.05 <input type="radio"/> Regulación hídrica	10.06 <input type="radio"/> Protección de suelos	10.07 <input type="radio"/> Energético	10.08 <input type="radio"/> Sociocultural
10.09 <input type="radio"/> Científico - Educativo	10.10 <input type="radio"/> Recreación	10.11 <input type="radio"/> Turístico	10.12 <input type="radio"/> No determinado
Perturbaciones Naturales:			
11. ¿Qué perturbaciones naturales se detectan? <i>Seleccionar todas las opciones que apliquen</i>			
11.01 <input type="radio"/> Sin perturbación	11.02 <input type="radio"/> Sequía	11.03 <input type="radio"/> Inundación	11.04 <input type="radio"/> Erosión
11.05 <input type="radio"/> Deslizamiento de tierra	11.06 <input type="radio"/> Daños por viento	11.07 <input type="radio"/> Plagas y enfermedades	11.08 <input type="radio"/> Erupción volcánica
11.09 <input type="radio"/> Otro _____ <i>(Especifique)</i>			
12. ¿Cuál es la magnitud de la perturbación natural?			
12.01 <input type="radio"/> Ligeramente perturbado	12.02 <input type="radio"/> Moderadamente perturbado	12.03 <input type="radio"/> Fuertemente perturbado	12.04 <input type="radio"/> No determinado
13. Código de la Foto de la perturbación <input type="text"/> <i>(Se sugiere utilizar una nomenclatura adecuada. Por ejemplo, para este caso podría usarse el código F_PN)</i>			
14. Estructura vertical del bosque:			
14.01 <input type="radio"/> No aplica	14.02 <input type="radio"/> Tres doseles: dominante (superior), co-dominante (intermedio) y sotobosque	14.03 <input type="radio"/> Dos doseles: dosel dominante y codominante	14.04 <input type="radio"/> Dos doseles: dosel dominante o codominante y sotobosque
14.05 <input type="radio"/> Un dosel			
Perturbaciones humanas y aprovechamiento:			
15. ¿Qué perturbaciones humanas se detectan? <i>(Seleccionar todas las opciones que apliquen)</i>			
15.01 <input type="radio"/> Sin perturbación	15.02 <input type="radio"/> Incendio	15.03 <input type="radio"/> Pastoreo	15.04 <input type="radio"/> Minería
15.05 <input type="radio"/> Infraestructura vial	15.06 <input type="radio"/> Cultivos	15.07 <input type="radio"/> Otro _____ <i>(Especifique)</i>	A) Tipo de incendio: 1. <input type="radio"/> Copas 2. <input type="radio"/> Rastro o superficial
			B) Tiempo de incendio: 1. <input type="radio"/> Sin evidencia (< 1 año) 2. <input type="radio"/> Incendio reciente (> 1 año) 3. <input type="radio"/> Incendio antiguo (> 1 año)
16. ¿Cuál es la magnitud de la perturbación humana?			
16.01 <input type="radio"/> Ligeramente perturbado	16.02 <input type="radio"/> Moderadamente perturbado	16.03 <input type="radio"/> Fuertemente perturbado	16.04 <input type="radio"/> No determinado
17. Código de la Foto de la perturbación <input type="text"/> <i>(Se sugiere utilizar una nomenclatura adecuada. Por ejemplo, para este caso podría usarse el código F_PA)</i>			
18. ¿Qué aprovechamiento se detecta? <i>(Seleccionar todas las opciones que apliquen)</i>			
18.01 <input type="radio"/> Sin aprovechamiento	18.02 <input type="radio"/> Aprovechamiento de madera	18.03 <input type="radio"/> Aprovechamiento de leña	18.04 <input type="radio"/> Aprovechamiento de postes
18.05 <input type="radio"/> Aprovechamiento de carbón	18.06 <input type="radio"/> Aprovechamiento de resina	18.07 <input type="radio"/> Aprovechamiento de plantas medicinales	18.08 <input type="radio"/> Aprovechamiento de plantas ornamentales (l., musgos, orquídeas, bromelias)
18.09 <input type="radio"/> Otro _____ <i>(Especifique)</i>	18.10 <input type="radio"/> No aplica		
18.01 <input type="radio"/> Sin aprovechamiento	18.02 <input type="radio"/> Aprovechamiento de madera	18.03 <input type="radio"/> Aprovechamiento de leña	18.04 <input type="radio"/> Aprovechamiento de postes
18.05 <input type="radio"/> Aprovechamiento de carbón	18.06 <input type="radio"/> Aprovechamiento de resina	18.07 <input type="radio"/> Aprovechamiento de plantas medicinales	18.08 <input type="radio"/> Aprovechamiento de plantas ornamentales (l., musgos, orquídeas, bromelias)
18.09 <input type="radio"/> Otro _____ <i>(Especifique)</i>	18.10 <input type="radio"/> No aplica		
19. ¿Cuál es la magnitud del aprovechamiento?			
19.01 <input type="radio"/> Ligeramente aprovechado	19.02 <input type="radio"/> Moderadamente aprovechado	19.03 <input type="radio"/> Fuertemente aprovechado	19.04 <input type="radio"/> No determinado
20. Código de la Foto del aprovechamiento <input type="text"/> <i>(Se sugiere utilizar una nomenclatura adecuada. Por ejemplo, para este caso podría usarse el código F_PA)</i>			
21. Existencia y aplicación del plan de manejo:			
21.01 <input type="radio"/> No aplica	21.02 <input type="radio"/> Plan de manejo formulado y no aplicado	21.03 <input type="radio"/> Plan de manejo formulado y aplicado	21.04 <input type="radio"/> Sin plan de manejo
22. Sucesión del bosque:			
22.01 <input type="radio"/> No aplica	22.02 <input type="radio"/> Bosque primario	22.03 <input type="radio"/> Bosque primario intervenido	22.04 <input type="radio"/> Bosque secundario maduro
22.05 <input type="radio"/> Bosque secundario joven			
23. Origen del bosque			
23.01 <input type="radio"/> No aplica	23.02 <input type="radio"/> Plantación	23.03 <input type="radio"/> Natural	23.04 <input type="radio"/> Mixto (enriquecimiento)
23.05 <input type="radio"/> Otro _____ <i>(Especifique)</i>			

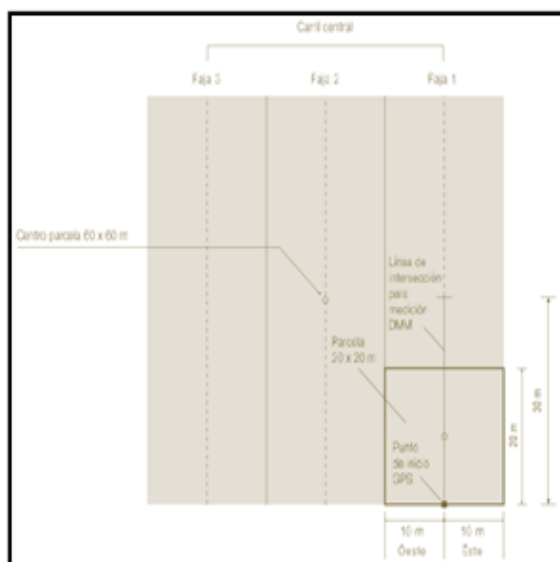
(Continuar a la siguiente sección...)

(FIN DEL FORMULARIO 2)

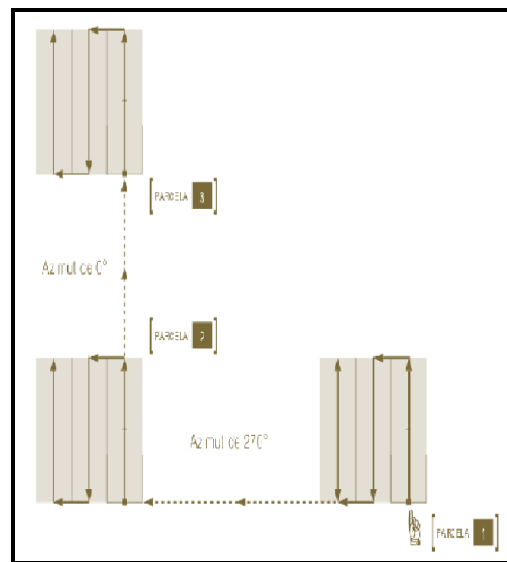
Anexo 2. Trazado o instalación de las parcelas



1. Diseño distribución y tamaños de las parcelas anidadas donde se realizan las diferentes mediciones



2. Esquema del trazado o instalación de las parcelas de 60 x 60 m, 20 x 20 m y línea de intersección para la biomasa



3. Esquema de la ruta a seguir en la instalación y medición de las tres parcelas cuando el acceso es únicamente por la primera parcela

Anexo 3. Densidad Aparente (g/cm³) a cada profundidad

Densidad Aparente (g/cm³)							
Parcela/punto		p1	p2	p3	p4	p5	X
Prof. 0-10cm	Parcela 1	0,59	0,57	0,51	0,52	0,52	0,54
	Parcela 2	0,51	0,51	0,51	0,53	0,51	0,51
	Parcela 3	0,49	0,46	0,50	0,50	0,45	0,48
Prof. 10-20cm	Parcela 1	0,56	0,51	0,47	0,46	0,47	0,50
	Parcela 2	0,49	0,47	0,48	0,45	0,48	0,47
	Parcela 3	0,45	0,48	0,47	0,43	0,45	0,46
Prof. 20-30cm	Parcela 1	0,53	0,52	0,51	0,49	0,49	0,51
	Parcela 2	0,49	0,50	0,44	0,49	0,51	0,49
	Parcela 3	0,49	0,44	0,45	0,44	0,41	0,45
Prof. >30 cm	Parcela 1	0,54	0,54	0,52	0,48	0,50	0,51
	Parcela 2	0,48	0,50	0,46	0,50	0,52	0,49
	Parcela 3	0,45	0,43	0,43	0,48	0,43	0,45

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Anexo 4. pH y Conductividad Eléctrica (mS/cm) a cada profundidad

pH y Conductividad Eléctrica (mS/cm)													
Parcela/puntos		p1		p2		p3		p4		p5		X pH	X C E
		pH	C E	pH	C E	pH	C E	pH	C E	pH	C E		
Prof. 0-10cm	Parcela 1	5,54	0,19	5,01	0,15	4,99	0,17	5,24	0,16	4,89	0,24	5,13	0,18
	Parcela 2	5,21	0,14	5,53	0,13	5,58	0,12	5,49	0,22	5,60	0,17	5,48	0,16
	Parcela 3	5,48	0,15	5,05	0,14	4,98	0,15	5,30	0,15	5,03	0,12	5,17	0,14
Prof. 10-20cm	Parcela 1	5,97	0,13	5,38	0,12	5,16	0,13	5,58	0,11	5,01	0,13	5,42	0,12
	Parcela 2	5,79	0,11	5,96	0,12	5,75	0,11	5,91	0,14	5,87	0,16	5,85	0,13
	Parcela 3	5,92	0,12	5,58	0,13	5,45	0,12	5,77	0,12	5,63	0,11	5,67	0,12
Prof. 20-30cm	Parcela 1	5,95	0,12	5,81	0,12	5,57	0,10	5,22	0,11	5,13	0,12	5,54	0,11
	Parcela 2	6,09	0,12	6,08	0,11	5,98	0,12	5,80	0,12	6,26	0,15	6,04	0,12
	Parcela 3	5,88	0,11	5,63	0,11	5,93	0,11	6,01	0,12	6,11	0,11	5,91	0,11
Prof. >30cm	Parcela 1	6,01	0,12	5,64	0,10	5,35	0,12	5,44	0,12	5,54	0,10	5,59	0,11
	Parcela 2	6,03	0,11	6,23	0,12	6,07	0,11	6,18	0,13	6,19	0,18	6,14	0,13
	Parcela 3	5,62	0,12	5,92	0,11	5,79	0,11	5,94	0,13	6,06	0,12	5,86	0,12

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Anexo 5. Contenido de Humedad del Suelo (%) a cada profundidad

Humedad del Suelo (%)							
Parcela/punto	p1	p2	p3	p4	p5	<i>x</i>	
Prof. 0-10cm	Parcela 1	56,24	50,72	48,66	53,01	52,54	52,23
	Parcela 2	52,46	52,87	50,11	51,00	50,70	51,43
	Parcela 3	50,61	50,05	51,96	50,81	51,35	50,96
Prof. 10-20 cm	Parcela 1	53,13	51,02	53,25	55,59	56,43	53,88
	Parcela 2	54,22	53,77	54,27	52,50	54,54	53,86
	Parcela 3	48,26	53,53	56,39	53,15	51,35	52,54
Prof. 20-30 cm	Parcela 1	50,81	51,54	50,49	54,12	55,11	52,42
	Parcela 2	53,74	55,69	52,96	53,58	51,34	53,46
	Parcela 3	51,59	54,15	55,18	54,30	52,08	53,46
Prof. >30 cm	Parcela 1	49,63	49,81	51,36	54,57	54,29	51,93
	Parcela 2	53,99	53,02	52,27	53,75	51,99	53,00
	Parcela 3	51,30	53,92	54,17	54,39	53,65	53,49

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Anexo 6. Contenido de Materia Orgánica (%) a cada profundidad

Materia Orgánica (%)							
Parcela/punto	p1	p2	p3	p4	p5	<i>x</i>	
Prof. 0-10cm	Parcela 1	21,86	23,26	25,24	27,14	30,28	25,56
	Parcela 2	25,74	26,82	28,64	28,66	26,68	27,31
	Parcela 3	27,76	27,20	26,60	27,82	25,26	26,93
Prof. 10-20cm	Parcela 1	20,58	21,66	26,44	24,14	25,38	23,64
	Parcela 2	21,70	22,34	24,68	24,40	23,18	23,26
	Parcela 3	24,02	23,54	24,16	23,86	25,26	24,17
Prof. 20-30cm	Parcela 1	15,8	19,38	20,34	19,38	21,00	19,18
	Parcela 2	18,18	18,22	18,54	20,08	21,40	19,28
	Parcela 3	22,38	21,24	21,22	21,68	18,74	21,05
Prof. >30cm	Parcela 1	16,42	17,52	19,08	19,22	17,82	18,01
	Parcela 2	18,08	18,02	17,36	19,62	20,86	18,79
	Parcela 3	20,14	19,30	19,00	19,04	18,96	19,29

Elaboración: Amaguaya, J. (2014)

Anexo 7. Tabla de interpretación de contenido de nitrógeno en el suelo

NITROGENO		
%	kg/ha	Interpretación
Mayor de 0,18%	> 3600	Alto
de 0.15 a 0.18%	3000 a 3600	L. Alto
de 0.10 a 0.15%	2000 a 3000	Normal
de 0.08 a 0.10%	1600 a 2000	L. Bajo
de 0.05 a 0.08%	1000 a 1600	Bajo
< de 0.05%	< 1000	Muy bajo

Fuente: Servagro (2010)

Anexo 8. Tabla de interpretación de contenido de potasio en el suelo

POTASIO		
ppm	kg/ha	Interpretación
Mayor de 400 ppm	> 2240	Altos
de 250 a 300 ppm	1400 a 1680	L. Alto
de 220 a 250 ppm	1232 a 1400	Normal
de 190 a 220 ppm	1064 a 1232	L. Bajos
de 125 a 190 ppm	700 a 1064	Bajos
< de 125 ppm	< 700	Muy bajos

Fuente: Servagro (2010)

Anexo 9. Tabla de interpretación de contenido de fosforo en el suelo

FOSFORO		
ppm	kg/ha	Interpretación
< de 5 ppm	< 28	Bajo
de 5 a 10 ppm	28 - 56	Normales
> de 10 ppm	> 56	Altos

Fuente: Servagro (2010)

Anexo 10. Tabla de interpretación de la relación C/N en el suelo

RELACIÓN C/N	
Mayor de 13	Alto
de 11 a 13	L. Alto
de 9 a 11	Normal
de 8 a 9	Bajo
< de 8	Muy bajo

Fuente: Servagro (2010)

Anexo 11. Recolección e identificación de muestras botánicas**Foto 1.** Prensado de la muestra botánica**Foto 2.** Muestra botánica

Anexo 12. Documentación fotográfica de las especies registradas.



1. *Weinmannia sp*



2. *Oreopanax ecuadorensis*



3. *Clusia flaviflora*



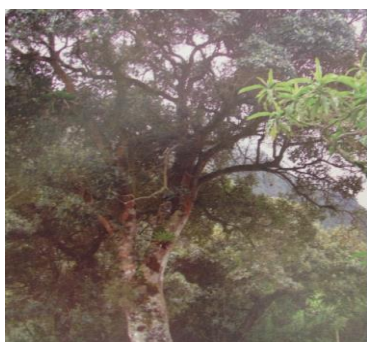
4. *Saurauia tomentosa*



5. *Styloceras sp.*



6. *Gynoxis sp.*



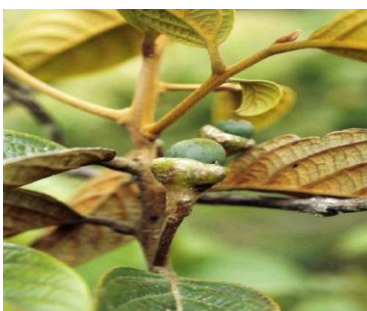
7. *Miconia bracteolata*



8. *Cyathea sp.*



9. *Miconia sp.*



10. *Nectandra sp.*



11. *Miconia sp2.*



12. *Escallonia sp.*



13. *Aegiphila sp.*



14. *Myrsine andina*



15. *Buddleja sp.*

Anexo 13. Toma de muestras en campo



1. Trazado e instalación de las parcelas



2. Recolección de muestras



3. Medición de DAP



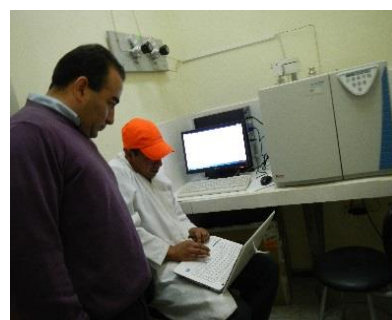
4. Medición de altura de los árboles



5. Realización de las calicatas



6. Toma de muestras de suelo

Anexo 14. Trabajo de Laboratorio**1. Muestras de Suelo****2. Etiquetado de las Muestras****3. Pesado de las Muestras de Suelo****4. Medición de pH****5. Secado de las Muestras en la estufa****6. Ingreso de muestras a la mufla****7. Tamizado de las muestras para hacer en Dumas****8. Pesado previo al ingreso al Equipo Flash 2000****9. Equipo Flash 2000****10. Colocación de las muestras en el analizador****11. Revisión del Director de tesis en el LSA****12. Explicación de los resultados obtenidos**

Anexo 15. Medición de árboles vivos, muertos en pie y tocones

Inventario Forestal de la Parcela 1

Ubicación					Identificación					DAP (cm)	Altura total (m)		Altura comercial (m)		Condiciones del árbol					Vejez del tocón	
Código árbol	Bifurcación	Faja	Distancia		Nombre común	Nombre científico	Usos de la especie					Estimada	Medida	Estimada	Medida	EA	CF	Co. Fit	G Cofit	Dominancia	
			X	Y																	
1		1	-4	3	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	1	2	9		22,28	10,00	7,40	5,00	4,20	1	2	1	1	1	
2		1	-6	2	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2			9,23	7,00	6,50	2,00	2,00	1	2	1	1	3	
3		1	-9	3	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2			20,05	18,60	18,00	7,00	5,80	1	3	1	1	2	
4		1	6	7	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	9		20,69	18,80	16,30	7,50	6,80	1	2	1	1	1	
5		1	3	11	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2			26,74	17,00	14,70	8,50	7,20	3	4	2	2	1	
6		1	7	12	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	2			9,87	12,00	10,50	2,50	2,50	1	2	1	1	3	
7		1	4,5	6	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2			20,69	15,00	15,50	7,00	5,90	3	2	8	3	2	
8		1	5	17	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3		27,06	18,00	17,00	8,00	7,40	1	2	1	1	2	
9		1	-2	15	Moquillo	<i>Saurauia tomentosa</i>	4	9			7,96	8,00	7,40	2,50	2,50	1	1	1	1	2	
10		1	-8	20	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	2			12,73	8,00	8,60	3,00	3,00	2	2	2	4	1	
11		1	-5	20	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9			15,28	6,50	7,00	4,00	3,40	1	1	1	1	1	
12		1	5	17,5	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2			15,00	8,00	6,50	3,00	2,50	1	1	1	1	1	
13		1	3	18	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2			9,23	7,70	6,80	3,00	3,00	1	1	1	1	2	
14		1	7	19	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	1	2	9		14,00	7,50	6,00	3,00	2,60	2	1	4	2	2	
15		1	-5	25	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	9		23,24	15,00	14,00	6,00	5,50	1	1	1	1	1	
16	y	1	-7	21	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	9		19,10	20,00	21,30	4,50	5,00	2	1	1	1	1	
17		1	6,4	23	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9		11,46	18,00	17,00	6,00	4,30	1	1	2	1	1	
18		1	3	26	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9		18,46	22,00	20,30	11,00	9,60	1	1	3	1	1	
19		1	8	27	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	9		11,14	8,00	8,50	4,20	3,30	2	1	1	1	1	
20		1	-6	30	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2	9		20,69	15,00	16,20	11,20	9,30	1	1	1	1	1	
21		1	-9	28	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2			20,05	20,00	18,60	13,00	12,00	1	1	1	1	1	
22		1	-9	38	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2			35,97	19,00	20,30	6,00	5,60	1	2	1	1	2	
23		1	5	42	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9			23,24	18,00	16,80	10,00	10,20	1	1	4	2	2	
24	y	1	-1	43	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2	9		22,28	3,00	3,00	3,00	3,00	4	2	1	1	1	
25	y	1	-0,5	47	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	9			18,14	2,00	2,00	2,00	2,00	4	1	1	1	1	1
26		1	9	43	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	9			34,50	13,00	11,90	6,00	5,80	1	1	1	1	1	
27		1	-2	50,4	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3		20,69	23,50	21,60	16,00	15,30	1	1	1	1	1	
28		1	9,5	52,5	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3		12,73	23,00	20,60	6,00	5,40	1	1	1	1	1	
29		1	5	53	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2	9		17,40	9,00	7,80	4,00	4,00	1	2	1	1	1	
30		1	-6	57,5	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9			12,73	8,00	8,30	5,00	3,90	2	1	1	1	1	
31		1	4	58	Danto hediendo	<i>Roupala sp.</i>	1	5			11,46	5,50	5,30	3,00	2,60	1	1	1	1	1	
32		1	8	54	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	5			26,00	14,00	12,10	5,00	5,60	1	1	1	1	1	
33		1	-8	58	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	9		12,10	7,00	7,60	2,60	2,50	1	1	1	1	1	
34		1	-4	59	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2			15,60	12,00	11,00	7,00	6,00	1	2	1	1	1	
35		2	1	3	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3		22,30	14,00	13,00	8,00	7,90	1	1	1	1	1	
36		2	9	6	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	1	2	3		10,19	7,00	7,40	3,00	2,80	1	2	2	1	1	

Continuación del Inventario Forestal de la Parcela 1.

37		2	6	15	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		11,78	9,00	10,00	5,00	4,60	1	2	2	3		
38		2	-6	12	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	2	3	36,60	14,00	12,40	7,00	6,70	1	1	1	1	1	
39		2	4	20	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	9		11,14	6,00	6,00	3,00	3,00	2	1	1	2	1	
40		2	8	25	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	9		18,46	12,00	10,70	8,00	7,20	1	2	4	2	1	
41		2	-7	20	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		31,60	15,00	13,10	8,00	8,40	1	2	2	3	2	
42		2	-1	18	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		19,74	15,00	14,00	11,00	9,40	1	1	1	1	1	
43		2	-8	25	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	9		15,92	8,00	7,40	5,00	3,80	1	1	4	2	1	
44		2	9	27	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9		13,69	9,00	8,00	5,00	4,30	1	2	1	1	1	
45	y	2	3	29	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	12,41	5,00	4,80	3,00	3,00	1	1	3	2	1	
46		2	6,5	32	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2	9	17,19	12,00	11,70	7,00	6,50	1	3	8	1	1	
47		2	-8	35	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	2	9		12,10	6,00	6,60	4,00	2,80	1	1	4	1	2	
48		2	-2	37	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	2	3	9	34,50	19,00	18,50	8,00	7,10	1	2	1	1	2	
49		2	4	33	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2		17,19	8,00	6,90	3,50	3,00	2	2	1	1	2	
50		2	8	39	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		25,46	15,00	14,30	9,00	9,60	1	2	1	2	1	
51		2	-3	42	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2		11,46	8,00	7,60	3,50	3,00	1	1	1	1	1	
52		2	-9	48	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		16,87	6,00	5,70	4,00	2,80	1	1	1	1	1	
53		2	5	56	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	9		14,64	9,00	8,30	6,00	4,60	1	1	8	1	1	
54		3	1	3	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2		35,40	8,00	7,50	5,00	3,70	1	1	1	1	2	
55		3	6	4,4	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		14,96	8,50	7,50	6,00	4,90	1	1	1	1	1	
56		3	9	8	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	5		26,70	10,00	11,40	6,00	6,70	1	1	1	1	1	
57		3	-5	10	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	9		20,37	12,00	11,00	8,50	7,70	2	1	1	2	2	
58		3	-8	16	Quizarrá tostado	<i>Nectandra sp.</i>	1	2	9	17,83	11,00	10,60	9,00	7,60	1	2	1	1	1	
59		3	-6	20,4	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2		18,60	15,00	13,00	5,50	4,30	1	2	5	2	1	
60		3	1	25	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2		21,33	10,00	9,10	8,00	6,70	1	1	1	2	1	
61		3	5	21,8	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9		26,74	15,00	13,80	9,00	7,50	1	2	1	2	2	
62		3	9	25	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9		30,88	16,00	14,00	8,00	6,20	2	1	1	1	2	
63		3	-3	28	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	5		16,55	12,00	10,70	8,00	5,70	1	2	1	1	2	
64		3	-9	30	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	5		12,41	11,00	10,30	7,50	6,30	1	1	4	1	1	
65		3	-6	33,9	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	9		18,78	14,00	13,00	5,00	4,10	1	1	1	1	1	
66		3	-8	35	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		19,10	9,00	9,00	7,00	5,80	1	1	1	1	1	
67		3	-1	38	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		21,65	11,00	10,20	8,00	6,60	2	1	5	1	1	
68		3	5	40,1	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9	33,60	17,00	14,30	11,00	9,30	1	1	1	2	2	
69		3	7	46	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	9	26,42	15,00	14,80	10,00	9,10	1	1	1	1	1	
70		3	3	50,3	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	3		23,55	13,00	13,40	9,50	8,50	1	2	1	2	1	
71		3	-1	52	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	3		11,46	6,00	6,00	4,00	3,60	1	2	8	1	1	
72		3	-6	51,3	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		15,28	7,00	6,40	4,00	3,40	1	1	1	1	1	
73		3	1	56	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		16,87	8,00	6,80	5,00	3,10	1	1	1	1	1	
74		3	6	55	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2		18,60	8,00	7,70	3,50	3,50	1	1	5	1	2	
75		3	9	58,3	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	9	19,42	7,00	5,90	4,00	4,00	1	1	1	1	1	
76		3	-1	54,5	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	9		23,45	12,00	10,60	4,00	4,10	1	1	1	1	2	
77		3	-5	57,5	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		28,70	15,00	13,70	6,00	5,30	1	1	1	1	1	

Fuente: Investigación de campo

Inventario Forestal de la Parcela 2

Ubicación					Identificación					DAP (cm)	Altura total (m)		Altura comercial (m)		Condiciones del árbol					Vejez del tocón
Código árbol	Bifurcación	Faja	Distancia		Nombre común	Nombre científico	Usos de la especie				Estimada	Medida	Estimada	Medida	EA	CF	Co. Fit	GCofit	Dominancia	
			X	Y																
1		1	3	4	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	9		18,40	19,00	17,30	11,00	9,40	2	1	5	1	1	
2		1	2	3	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2		7,96	10,00	9,50	3,00	3,00	1	2	1	1	1	
3		1	8	3	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9		23,70	18,00	16,50	14,00	12,90	1	2	1	1	1	
4		1	5	9	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2		26,80	16,00	15,30	12,00	10,80						1
5		1	-2	6	Colca	<i>Miconia sp.</i>	2	9		21,32	16,00	14,70	7,00	6,30	1	2	1	2	2	
6		1	-5	7	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2		7,32	10,00	9,00	3,00	3,00	1	2	1	1	2	
7		1	-1	9,4	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9	31,25	14,00	12,40	5,00	5,30	1	2	5	2	1	
8	y	1	-7	13	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	9		23,64	17,00	15,30	11,00	10,70	1	3	1	3	1	
9		1	-5	12	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	1	2	3	6,37	8,00	7,50	2,00	2,00	1	1	1	1	1	
10		1	-4	16	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	9		20,40	9,00	7,60	4,20	4,20						1
11		1	2	19	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	9		16,34	17,00	15,30	10,00	8,70	2	1	1	1	1	
12		1	6	18	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		30,20	13,00	12,10	4,00	4,00	1	1	3	2	2	
13		1	1	15	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		7,96	10,00	9,50	3,00	3,00	1	1	1	1	2	
14		1	2	16	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		7,32	9,00	8,00	2,50	2,50	1	1	1	1	2	
15		1	3	21	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	2	3	9	17,32	12,00	11,20	3,00	3,00	1	1	1	1	1	
16		1	-5	26	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	1	2	3	22,80	14,00	13,20	9,00	7,40	1	1	1	1	1	
17		1	8,6	24	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	9		22,14	17,00	15,30	13,00	13,80	1	2	1	1	1	
18		1	3,6	30	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	9		27,10	20,00	18,60	13,00	10,90	1	1	1	1	1	
19	y	1	1	32	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2	9	18,45	9,00	7,50	3,50	3,50	1	2	1	1	1	
20		1	-2	40	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2	9	22,92	18,00	16,50	10,00	8,70	1	1	1	1	1	
21		1	9	46	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	2	3	9	19,42	10,00	9,80	5,00	4,50	1	2	2	2	2	
22		2	-2	3	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	2	3	9	19,42	10,00	8,50	3,00	3,00	1	2	1	1	1	
23		2	-6	5	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	3		19,10	15,00	14,00	8,00	8,30	1	1	1	1	1	
24		2	-9	8	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	28,65	23,00	21,60	15,00	13,70	1	1	1	2	2	
25		2	-3	11	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	28,33	15,00	14,20	5,00	4,50	1	1	1	1	2	
26		2	2	12	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3	27,69	19,00	17,50	5,00	5,00	2	2	8	8	1	
27		2	6	15	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		35,65	18,00	16,50	8,00	6,50	1	3	8	1	2	
28		2	8	18	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	1	2	9	17,19	14,00	12,60	8,00	6,50	1	1	7	1	1	
29		2	5	20	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	9	29,60	20,00	18,50	12,00	10,00	1	1	1	1	1	
30		2	1	22	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		32,79	18,00	17,40	6,00	4,80	1	3	8	1	1	
31		2	-5	23	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	3	20,37	16,00	14,50	6,00	5,50	1	1	1	2	2	
32	Y	2	-9	26	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		34,58	15,00	13,00	6,00	6,00	1	3	8	3	1	
33		2	-3	28	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2	9	14,96	10,00	9,50	4,00	4,00	1	1	4	2	2	
34		2	2	27	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3	30,88	21,00	18,00	8,00	7,50	3	1	8	1	2	
35		2	5	30	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2	9	33,45	12,00	11,00	6,00	6,00	1	1	1	1	1	
36		2	8	33	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		25,00	10,00	10,00	4,00	3,50	1	1	1	1	1	
37		2	3	34	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	3	21,00	16,00	14,70	5,00	4,50	1	1	1	1	1	
38		2	-1	36	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		35,60	18,00	16,50	7,00	6,50	1	3	8	2	1	
39		2	-3,5	37	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	18,46	15,00	12,40	4,50	4,50	1	1	1	1	1	

Continuación del Inventario Forestal de la Parcela 2.

40		2	-6	40	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	2	3		24,85	19,00	17,80	12,00	10,50	1	1	1	1	1	
41		2	8	42	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	9			23,64	15,00	13,60	6,00	6,40	1	1	1	3	1	
42		2	5	44	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	3	9	12,41	12,00	10,50	5,00	4,50	1	2	2	2	2	
43		2	1	47	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	3	9	15,60	14,00	12,00	8,00	6,00	2	1	1	2	1	
44		2	2	45	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	2	3	9	22,73	12,00	11,40	6,00	6,50	1	1	1	1	2	
45		2	8	48	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9		32,64	17,00	15,30	8,50	8,00	1	1	1	1	1	
46		2	5	50	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	2	3			15,60	14,00	11,50	7,00	6,50	1	1	1	1	2	
47		2	1	52	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	2	3			24,13	14,00	13,70	6,00	5,20	1	1	1	1	2	
48		2	-3	55	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9			19,74	12,50	11,30	5,00	4,60	1	1	1	1	1	
49		2	-5,4	53	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9			30,29	17,00	15,80	8,00	7,60	1	1	1	1	1	
50		2	-8	58	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9			25,78	16,00	13,80	6,00	6,50	1	1	2	1	1	
51		2	-6	56	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2	9		22,31	21,00	18,90	8,00	6,50	1	2	1	1	1	
52		2	1	59	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	2	9			30,52	21,00	20,10	14,00	14,90	1	1	1	1	1	
53		3	3	4	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	9	27,61	19,00	18,30	12,00	12,70	1	1	1	1	1	
54		3	6	6	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	9			25,18	18,00	16,50	10,00	8,60	1	1	1	1	1	
55		3	9	8	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	2	3	9	23,24	13,00	11,50	5,00	5,40	1	1	1	1	2	
56		3	4	12	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	3	9		31,30	18,00	15,80	8,50	8,00	1	1	1	1	1	
57	y	3	0,5	11	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	3	9		25,46	15,00	14,60	7,00	6,70	1	2	1	1	1	
58		3	-6	15	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2			15,60	15,00	14,10	6,00	6,10	1	1	1	1	2	
59		3	-9	14	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3		14,64	13,00	12,00	6,00	5,00	1	1	1	1	2	
60		3	-4	17	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	9			31,50	15,00	14,30	9,00	8,10	1	1	1	1	1	
61		3	0,5	20	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	1	2	3	9	20,05	12,50	12,00	7,00	6,30	1	1	1	1	2	
62		3	3,8	23	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	2	9			31,56	15,00	14,20	10,00	9,30	1	1	1	1	2	
63		3	8	26	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	3	9		33,50	21,50	19,00	9,00	9,60	1	1	1	1	1	
64		3	5	30	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	2	3			26,90	13,00	11,70	4,00	4,00	2	1	1	2	2	
65		3	0,2	35	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	9	14,64	10,00	8,70	3,50	3,50	1	2	1	2	2	
66		3	-3	39	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	2	9			20,36	11,00	10,50	5,00	4,70	1	1	1	3	2	
67		3	-8	43	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	9		30,24	15,00	13,80	7,00	6,40	1	1	2	1	1	
68		3	-5	46	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	9		33,20	16,00	15,00	8,00	7,80	1	1	1	1	1	
69		3	1	50	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	3	9		25,78	17,00	15,00	9,00	8,00	1	1	1	1	1	
70		3	5	54	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	2	9			24,31	17,00	16,40	11,00	9,70	1	1	1	1	1	

Fuente: Investigación de campo

Inventario Forestal de la Parcela 3

Ubicación					Identificación					DAP (cm)	Altura total (m)		Altura comercial (m)		Condiciones del árbol					Vejez del tocón
Código árbol	Bifurcación	Faja	Distancia		Nombre común	Nombre científico	Usos de la especie				Estimada	Medida	Estimada	Medida	EA	CF	Co. Fit	G Cofit	Dominancia	
			X	Y																
1		1	0,5	2	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	3	9	36,20	20,00	18,90	13,00	11,30	1	1	1	1	1	
2		1	3	5	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	3	26,43	20,00	17,40	12,00	10,40	1	2	1	1	1	
3		1	6	8	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2		13,20	12,00	10,40	7,00	5,60	1	2	1	1	2	
4	Y	1	-1	7	Chachacu	<i>Escallonia sp.</i>	2	9		9,60	7,00	6,50	3,00	3,00	2	1	8	1	3	
5		1	-1	7	Chachacu	<i>Escallonia sp.</i>	2	9		9,10	7,50	7,00	4,00	3,50	1	2	1	1	2	
6		1	4	11	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	2	3		26,60	12,00	11,80	7,00	5,80	1	3	1	1	2	
7		1	8	15	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3	31,40	20,00	18,90	14,00	12,60	1	2	1	2	1	
8		1	6	17	Pujin	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1	2	3	8,56	8,00	6,50	3,00	3,00	1	2	2	2	3	
9		1	-2	16	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	1	2		18,30	12,00	10,30	8,00	5,40	1	1	2	2	2	
10		1	-7	18	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3	27,60	17,00	15,30	8,00	6,50	1	1	1	2	1	
11		1	-4	20	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	3	35,30	21,00	18,60	15,00	13,70	1	1	1	2	1	
12		1	-8	23	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	3	31,40	19,00	17,40	12,00	10,20	1	1	1	2	1	
13		1	-6	25	Platuquero	<i>Syloceras sp.</i>	1	5		24,60	21,00	18,10	11,00	10,50	1	1	1	1	1	
14	y	1	-2	22	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	3	15,40	10,00	9,20	4,00	3,50	1	1	1	1	2	
15		1	-2	22	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	14,20	11,00	9,10	4,00	3,50	1	1	1	1	2	
16		1	-6	26	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	1	2	3	15,70	15,00	12,40	6,00	4,90	1	1	1	1	2	
17		1	1	26	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3	27,60	21,00	20,90	19,00	11,00	1	1	1	1	2	
18		1	8	28	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	1	9		27,60	15,00	12,80	5,00	4,80	1	1	1	2	1	
19		1	5	32	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	2	3		29,60	16,00	14,80	6,00	6,80	1	2	1	1	1	
20		1	0,7	36	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2	3	28,40	14,00	13,50	10,00	7,90	1	2	1	2	1	
21		1	-4	40	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	9		21,50	21,00	18,70	9,00	8,40	3	2	2	1	1	
22		1	-9	43	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	9	30,21	18,00	15,60	11,00	8,90	1	1	1	1	1	
23		1	-5	47	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	3	28,60	19,00	17,50	12,00	9,80	1	2	1	1	1	
24		1	-0,5	49	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	19,87	17,00	15,10	8,70	6,50	2	1	1	1	2	
25		2	3	4	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	2	3	25,60	16,00	14,80	9,00	9,10	1	1	1	1	1	
26		2	7	7	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3	26,30	21,00	20,50	16,00	12,50	1	1	1	1	1	
27		2	5	10	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	3	25,70	20,00	18,70	15,00	11,00	1	1	1	1	1	
28	y	2	-4	15	Platuquero	<i>Syloceras sp.</i>	1	2		25,10	17,00	15,60	15,00	10,65	1	2	1	1	1	
29		2	-7	19	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9	32,64	24,00	21,40	11,00	7,60	1	1	3	1	1	
30		2	-9	25	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	1	9		23,54	14,00	12,50	6,00	4,90	1	1	1	1	2	
31		2	5	26	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	3	36,70	20,00	17,50	12,00	9,40	2	4	3	2	1	
32		2	1	24	Matachi	<i>Weinmannia sp.</i>	1	2	3	31,60	21,00	18,50	12,00	10,50	1	2	1	1	1	
33		2	-5	29	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3	21,40	15,00	12,40	6,00	5,40	3	2	1	1	2	
34		2	-8	30	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	3	18,60	14,00	11,70	8,00	6,70	1	1	1	1	2	
35		2	-2	35	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9	21,84	12,00	11,60	8,00	6,75	1	2	1	1	1	
36		2	-8	39	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	9		35,60	19,00	17,40	14,00	11,20	1	2	2	1	1	
37		2	-4	43	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	9		32,40	14,00	11,90	6,00	5,40	1	2	1	1	1	
38		2	3	45	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	1	2	3	21,30	9,00	8,30	6,00	4,50	1	1	1	1	2	
39		2	7	49	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	9		23,45	15,00	13,20	12,00	8,50	1	2	1	1	1	

Continuación del Inventario Forestal de la Parcela 3.

40		2	5	51	Platuquero	<i>Styloceras sp.</i>	1	5			15,60	15,00	12,70	9,00	7,60	1	2	2	1	1	
41		2	-1	53	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3		13,50	14,00	9,30	4,00	3,50	1	1	2	2	2	
42		3	5	4	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	2	9		25,30	21,00	22,10	14,00	10,00	1	1	4	2	1	
43		3	2	9	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2			23,50	19,00	17,40	15,00	10,00	1	1	1	1	1	
44		3	-3	13	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	9		30,34	14,00	9,50	10,00	6,00	1	2	1	1	1	
45		3	-5	16,8	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2			21,30	18,00	15,50	10,00	7,80	2	4	3	2	2	
46		3	-1	21	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2			19,54	17,00	14,30	6,00	5,30	1	1	1	1	2	
47		3	6	25	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	9		21,43	18,00	15,60	7,50	5,40	1	1	1	1	1	
48		3	2	30	Quizarrá tostado	<i>Nectandra sp.</i>	1	2	3		20,45	26,00	24,50	21,00	15,80	1	2	1	2	1	
49		3	-5	38	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	2				18,48	15,00	12,50	10,00	6,70	1	1	2	2	1	
50		3	-9	34,9	Ducu	<i>Clusia flaviflora</i>	1	3			24,60	16,00	13,60	12,00	8,90	1	2	2	1	1	
51		3	4	40	Colca	<i>Miconia sp.</i>	1	2	3		14,65	13,00	9,50	7,00	5,20	1	2	1	2	2	
52		3	1	45	Colca	<i>Miconia bracteolata</i>	1	2	3		16,60	15,00	11,30	8,00	6,20	1	2	3	2	2	
53		3	-7	42,4	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	3		28,94	21,50	17,60	14,00	9,40	1	2	2	2	1	
54		3	-2	43	Murta	<i>Myrcianthes sp.</i>	1	3	9		19,87	16,50	12,40	8,00	6,75	1	1	1	2	2	
55		3	5	45	Pumamaqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	3			23,56	15,00	12,30	7,00	5,60	1	2	2	1	2	
56		3	9	47,7	Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	1	9			18,67	16,00	12,50	10,00	6,70	1	2	2	2	2	
57		3	-1	50	Masamorro	<i>Aegiphila sp.</i>	1	2	3		34,70	19,00	16,60	15,00	12,70	1	1	1	1	1	
58		3	4	52	Tiumbil	<i>Myrsine andina</i>	1	2	3		28,40	15,00	12,20	14,00	8,90	2	2	8	2	1	

Fuente: Investigación de campo

Anexo 16. Especies registradas en el Conglomerado

CONGLOMERADO	PARCELA	N°	FAMILIA	N°	GENERO	N°	ESPECIE	N. VULGAR	# INDIVIDUOS
1	P1	1	ACTINIDIACEAE	1	Saurauia	1	<i>Saurauia tomentosa</i>	Moquillo	1
		2	ARALIACEAE	1	Oreopanax	1	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui	5
		3	BUXACEAE	1	Styloceras	1	<i>Styloceras sp.</i>	Platuquero	7
		4	CLUSIACEAE	1	Clusia	1	<i>Clusia flaviflora</i>	Ducu	5
		5	CUNONIACEAE	1	Weinmannia	1	<i>Weinmannia sp.</i>	Matachi	4
		6	ELAEOCARPACEAE	1	Vallea	1	<i>Vallea stipularis</i>	Sacha capulí	2
		7	LAMIACEAE	1	Aegiphila	1	<i>Aegiphila sp.</i>	Masamorro	12
		8	MELASTOMATACEAE	1	Miconia	1	<i>Miconia bracteolata</i>	Colca	6
		1		Miconia	1	<i>Miconia sp.</i>	Colca	22	
		9	MYRTACEAE	1	Myrcianthes	1	<i>Myrcianthes sp.</i>	Murta	1
		10	PRIMULACEAE	1	Myrsine	1	<i>Myrsine andina</i>	Tiumbil	10
		11	PROTEACEAE	1	Roupala	1	<i>Roupala sp.</i>	Danto hediendo	1
	12	Lauraceae	1	Nectandra	1	<i>Nectandra sp.</i>	Quizarrá tostado	1	
	TOTAL	12		13		13			77
	P2	1	ARALIACEAE	1	Oreopanax	1	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui	8
		2	BUXACEAE	1	Styloceras	1	<i>Styloceras sp.</i>	Platuquero	3
		3	CLUSIACEAE	1	Clusia	1	<i>Clusia flaviflora</i>	Ducu	4
		4	CUNONIACEAE	1	Weinmannia	1	<i>Weinmannia sp.</i>	Matachi	3
		5	ELAEOCARPACEAE	1	Vallea	1	<i>Vallea stipularis</i>	Sacha capulí	3
		6	LAMIACEAE	1	Aegiphila	1	<i>Aegiphila sp.</i>	Masamorro	15
		7	MELASTOMATACEAE	1	Miconia	1	<i>Miconia bracteolata</i>	Colca	7
		1		Miconia	1	<i>Miconia sp.</i>	Colca	13	
		8	MYRTACEAE	1	Myrcianthes	1	<i>Myrcianthes sp.</i>	Murta	4
	9	PRIMULACEAE	1	Myrsine	1	<i>Myrsine andina</i>	Tiumbil	10	
	TOTAL	9		10		10			70
	P3	1	ARALIACEAE	1	Oreopanax	1	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui	5
		2	BUXACEAE	1	Styloceras	1	<i>Styloceras sp.</i>	Platuquero	3
		3	CLUSIACEAE	1	Clusia	1	<i>Clusia flaviflora</i>	Ducu	8
		4	CUNONIACEAE	1	Weinmannia	1	<i>Weinmannia sp.</i>	Matachi	6
		5	ELAEOCARPACEAE	1	Vallea	1	<i>Vallea stipularis</i>	Sacha capulí	4
		6	ESCALLONIACEAE	1	Escallonia	1	<i>Escallonia sp.</i>	Chachacu	2
		7	LAMIACEAE	1	Aegiphila	1	<i>Aegiphila sp.</i>	Masamorro	8
		8	MELASTOMATACEAE	1	Miconia	1	<i>Miconia bracteolata</i>	Colca	5
		1		Miconia	1	<i>Miconia sp.</i>	Colca	8	
		9	MYRTACEAE	1	Myrcianthes	1	<i>Myrcianthes sp.</i>	Murta	3
		10	PRIMULACEAE	1	Myrsine	1	<i>Myrsine andina</i>	Tiumbil	4
11		ROSACEAE	1	Hesperomeles	1	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Pujin	1	
12	Lauraceae	1	Nectandra	1	<i>Nectandra sp.</i>	Quizarrá tostado	1		
TOTAL	12		13		13			58	

Fuente: Investigación de campo

