



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ABONOS VERDES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS DE LA PARROQUIA BOLÍVAR – CANTÓN BOLÍVAR

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del título de
Ingenieras en Recursos Naturales**

AUTORAS:

Diana Paola Carlosama Pantoja

Romina Alexandra Jiménez Jaramillo

DIRECTORA:

Ing. Gladys Yaguana, MSc

Ibarra – Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ABONOS VERDES EN LA
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS DE LA PARROQUIA
BOLÍVAR – CANTÓN BOLÍVAR”**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su
presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADO:

Ing. Gladys Yaguana, MSc

DIRECTORA

Ing. María José Romero, MSc

ASESORA

Ing. María Vizcaíno

ASESORA

Ing. Oscar Rosales, MSc

ASESOR

Ibarra – Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100358367-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jiménez Jaramillo Romina Alexandra		
DIRECCIÓN:	Calixto Miranda 6-86 y Ricardo Sánchez		
EMAIL:	ro.jimenezja@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062 535- 693	TELÉFONO MÓVIL:	0998462157

DATOS DE CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401871827		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Carlosama Pantoja Diana Paola		
DIRECCIÓN:	Bayardo Tobar y Jorge Subía Jardín de paz		
EMAIL:	dianacarlosama91@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0969334818

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados de la parroquia Bolívar – cantón Bolívar
AUTORES:	Jiménez Jaramillo Romina Alexandra y Carlosama Pantoja Diana Carlosama
FECHA:	13 de marzo del 2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL CUAL OPTA:	Ingenieras en Recursos Naturales Renovables
DIRECTORA:	Ing. Gladys Yaguana, MSc

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, **ROMINA ALEXANDRA JIMÉNEZ JARAMILLO**, con cédula de identidad Nro. **100358367-9**, y **DIANA PAOLA CARLOSAMA PANTOJA**, con cédula de identidad Nro. **0401871827**, en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

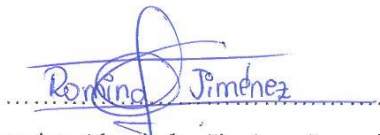
3. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son las titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de marzo del 2018

LAS AUTORAS:

ACEPTACIÓN



Romina Alexandra Jiménez Jaramillo
C.I. 1003583679



Diana Paola Carlosama Pantoja
C.I. 0401871827



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, **ROMINA ALEXANDRA JIMÉNEZ JARAMILLO**, con cédula de identidad Nro. **100358367-9**, y **DIANA PAOLA CARLOSAMA PANTOJA**, con cédula de identidad Nro. **0401871827**, manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autoras de la obra o trabajo de grado denominado: **“EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ABONOS VERDES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS DE LA PARROQUIA BOLÍVAR – CANTÓN BOLÍVAR”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Romina Alejandra Jiménez Jaramillo
C.I. 1003583679

Diana Paola Carlosama Pantoja
C.I. 0401871827

Ibarra, a los 13 días del mes de marzo del 2018

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita **CARLOSAMA PANTOJA DIANA PAOLA** y la señorita **JIMÉNEZ JARAMILLO ROMINA ALEXANDRA**, bajo mi supervisión en calidad de directora.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gladys Yaguana', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Gladys Yaguana, MSc

DIRECTORA

DECLARACIÓN

Manifestamos que la presente obra es original y se ha desarrollado sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y somos las titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de marzo del 2018



Romina Alexandra Jiménez Jaramillo
C.I. 1003583679



Diana Paola Carlosama Pantoja
C.I. 0401871827

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 13-03-2018

DIANA PAOLA CARLOSAMA PANTOJA; ROMINA ALEXANDRA JIMÉNEZ JARAMILLO; EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ABONOS VERDES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS DE LA PARROQUIA BOLÍVAR – CANTÓN BOLÍVAR

TRABAJO DE GRADO

Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra 13 de marzo del 2018. 104 páginas.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana MSc.


La presente investigación se realizó con la finalidad de recuperar suelos degradados en el sitio de Puntalés que se encuentra en la parroquia Bolívar, cantón Bolívar, mediante la combinación de técnicas de roturación de suelos y la aplicación de tres tipos de abonos verdes. La efectividad de las estrategias se evidenció mediante análisis de calidad de suelos. Los resultados obtenidos, permitieron establecer cambios en el suelo en cuanto a sus parámetros físicos y químicos.

Ibarra, 13 de marzo del 2018



Ing. Gladys Yaguana, MSc

DIRECTORA



Romina Alexandra Jiménez Jaramillo



Diana Paola Carlosama Pantoja

DEDICATORIA

A mi angelito que me cuida desde el cielo y lo hizo cuando estaba a mi lado, mi querido abuelito Hipólito Jaramillo quien con su cariño y comprensión me enseñó a luchar por lo que quería y no darme por vencida, esto es para ti con todo mi cariño.

A mi abuelita Lucrecita por compartir muchos momentos conmigo y brindarme su cariño, sus cuidados y sus bendiciones.

A mis padres quienes han sido un pilar fundamental para conseguir mis objetivos a lo largo de mi vida, gracias por brindarme su amor incondicional, su apoyo total, por guiar mis pasos a cada momento y sobre todo por su ayuda no solo económica sino sobre todo sentimental en los momentos que más lo necesito, les quiero mucho.

A mis hermanos quienes con sus locuras y compañía me han regalado alegría y ocupan un lugar muy especial en mi corazón.

A todas esas personas maravillosas que conocí durante este período y dejaron una huella en mí.

Romina Jiménez Jaramillo.

Es una mujer que simplemente me hace llenarla de orgullo, la amo y no habrá manera de devolverle lo mucho que me ha ofrecido. Esta tesis es un logro más, y sin lugar a duda ha sido gran parte gracias a usted, no sé en donde me encontraría de no ser por su apoyo, su compañía, y su amor.

Dios le pague mamita hermosa.

Diana Carlosama

AGRADECIMIENTO

Primeramente queremos agradecer a nuestra directora la Ing. Gladys Yaguana por brindarnos su valiosa colaboración y orientación, a nuestros asesores Ing. María José Romero, Ing. Oscar Rosales por guiarnos y ayudarnos, en especial a la Ing. María Vizcaíno quien nos apoyó y transmitió sus conocimientos, gracias a todos por su paciencia, dedicación y enseñanzas durante todo el proceso de esta investigación.

Queremos agradecer también al señor Eduardo Guerrero que nos colaboró con sus predios para poder realizar el ensayo durante todo el periodo de investigación

A todas las personas que con un granito de arena contribuyeron para que este proyecto sea posibles gracias.

Diana y Romina

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema.....	1
1.2. Hipótesis.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4. 2 Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO II.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Marco Legal.....	4
2.2. Propiedades físico químicas de los suelos.....	5
2.2.1. Características Físicas del suelo.....	5
2.2.2. Propiedades químicas del suelo.....	10
2.2.3. Características biológicas del suelo.....	14
2.3. Suelos degradados.....	14
2.4. Procesos de degradación.....	16
2.5. Indicadores de calidad del suelo.....	18
2.6. Conservación de suelo.....	20
2.7. Subsulado o Roturación de suelo.....	20
2.8. Abonos verdes.....	21
2.8.1. Importancia de los abonos verdes.....	21
2.8.2. Función de los abonos verdes.....	21
2.8.3. Especies utilizadas como abonos verdes.....	22
2.8.4. Aplicación de abonos verdes en otros estudios.....	24
2.9. Biomasa.....	25
CAPITULO III.....	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	26
3.2. Métodos.....	27

3.2.1. Caracterización del área de estudio	27
3.2.2. Toma de muestra de suelo	27
3.2.3. Análisis de suelo	30
3.2.4. Roturación.....	30
3.2.5. Limpieza del área de estudio	31
3.2.6. Demarcación del ensayo	31
3.2.7. Siembra	32
3.2.8. Riegos.....	32
3.2.9. Incorporación de abonos verdes	33
3.3. Variables en el estudio.....	33
3.3.1. Valoración de la producción de biomasa.....	33
3.3.2. Identificación de diferentes materiales vegetativos	33
3.3.3. Análisis foliar.....	33
3.3.4. Muestreo para el análisis químico del suelo.....	34
3.3.5. Diseño experimental	34
3.3.6. Especificaciones experimentales	35
3.3.7. Características de la parcela.....	35
3.3.8. Tratamientos utilizados en el ensayo.....	35
3.4. Elaboración de estrategias de recuperación y conservación de suelos.....	36
CAPITULO IV	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Cambios generados en las propiedades físico-químicas de los suelos asociados a tres tipos de abonos verdes.....	37
4.2. Determinación de la biomasa y calidad nutricional de los abonos verdes (<i>Avena sativa</i> , <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Vicia faba</i> , <i>Vicia sativa</i> , <i>Lolium multiflorum</i>).....	47
4.2.1. Producción de Biomasa	47
4.2.2. Producción de materia seca kg/m ²	48
4.2.2. Análisis Foliar.....	49
4.3. Estrategias de manejo y conservación de suelos con el uso de abonos verdes.....	56
CAPITULO V.....	64
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN	64
5.1. Conclusiones.....	64

5.2. Recomendaciones	65
5. BIBLIOGRAFÍA CITADA	66
6. ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores físicos, químicos y biológicos de la calidad del suelo.	18
Tabla 2. Materiales, equipos, insumos y herramientas	26
Tabla 3. ADEVA	34
Tabla 4. Cantidad de semilla utilizada.....	35
Tabla 5. Diseño de bloques al azar	36
Tabla 6. Taxonomía de suelos del cantón Bolívar	37
Tabla 7. Resultados de los análisis iniciales y finales de los suelos.....	38
Tabla 8. Adeva de producción de biomasa kg/m ²	47
Tabla 9. Adeva de producción de materia seca kg/m ²	48
Tabla 10. Resultado del análisis foliar de los abonos verdes	50
Tabla 11. Elementos de la matriz FODA analizados para los suelos degradados de la parroquia Bolívar.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Diagrama triangular para la determinación de la textura del suelo	6
Figura 3.1: Toma y mezcla de submuestras.	28
Figura 3.2: Muestra de densidad aparente con el barreno.....	29
Figura 3.3: Porción para determinar la textura y estructura del suelo.....	29
Figura 4.1: Concentración de Amonio en el suelo al inicio y al final del estudio.	39
Figura 4.2: Concentración de Potasio en el suelo al inicio y al final del estudio.....	39
Figura 4.3: Concentración de Azufre en el suelo al inicio y al final del estudio.	40
Figura 4.4: Concentración de Potasio en el suelo al inicio y al final del estudio.....	41
Figura 4.5: Concentración de Calcio en el suelo al inicio y al final del estudio.	41
Figura 4.6: Concentración de Magnesio en el suelo al inicio y al final del estudio.....	42
Figura 4.7: Concentración de Zinc en el suelo al inicio y al final del estudio.	42
Figura 4.8: Concentración de Cobre en el suelo al inicio y al final del estudio.....	43
Figura 4.9: Concentración de Hierro en el suelo al inicio y al final del estudio.	43
Figura 4.10: Concentración de Manganeso en el suelo al inicio y al final del estudio.	44
Figura 4.11: Concentración de Boro en el suelo al inicio y al final del estudio.	44
Figura 4.12: Concentración de pH en el suelo al inicio y al final del estudio.....	45
Figura 4.13: Concentración de Materia Orgánica en el suelo al inicio y al final del estudio.....	45
Figura 4.14: Concentración de nitrógeno total en el suelo al inicio y al final del estudio.	46
Figura 4.15: Producción de biomasa en kg/m ²	48
Figura 4.16: Producción de materia seca en kg/m ²	49
Figura 4.17: Concentración de Nitrógeno presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	50
Figura 4.18: Concentración de Fósforo presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	51
Figura 4.19: Concentración de Potasio presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	51
Figura 4.20: Concentración de Calcio presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	52

Figura 4.21 Concentración de Azufre presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	52
Figura 4.22: Concentración de Boro presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	53
Figura 4.23: Concentración de Zinc presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	53
Figura 4.24: Concentración de Cobre presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	54
Figura 4.25: Concentración de Hierro presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	54
Figura 4.26: Concentración de Manganeso presente en los abonos verdes para cada tratamiento.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación.....	72
Anexo 2. Mapa base	73
Anexo 3. Mapa de tipos de clima	74
Anexo 4. Mapa de Isoyetas medias anuales	75
Anexo 5. Mapa de Isotermas medias anuales.....	76
Anexo 6. Mapa de uso actual del suelo	77
Anexo 7. Mapa de Cobertura vegetal.....	78
Anexo 8. Mapa de tipo de suelo	79
Anexo 9. Análisis del contenido inicial de nutrientes en el suelo.....	80
Anexo 10. Análisis del contenido de nutrientes en el suelo luego de la incorporación de abonos verdes	81
Anexo 11. Análisis foliar.....	83

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en el sitio Puntales, parroquia Bolívar, provincia del Carchi. El área de estudio posee un clima ecuatorial mesotérmico semi- húmedo, una temperatura media anual de entre 12 y 13 °C. El uso actual del suelo es pastizal con una vegetación arbustiva y herbácea en tierra agropecuaria y el tipo de suelo Durustoll. El objetivo general fue: Evaluar tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados para incrementar su aptitud productiva. Los factores evaluados fueron (*Vicia sativa* más *avena sativa*, *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* y *Vicia sativa* más *Hordeum vulgare*), se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar que constó de 16 unidades experimentales con tres tratamientos, un testigo y cuatro repeticiones, se aplicó primero el proceso de roturación de suelo y luego de un tiempo transcurrido, cuando las leguminosas tenían alrededor del 60% de floración la incorporación de abonos verdes. Los análisis químicos realizados al suelo después de tres meses de la incorporación de los abonos verdes evidenció el aumento de NH₄, Ca y Nitrógeno total y la disminución de otros elementos como S, Zn, Cu, Fe y Mn en comparación con el análisis inicial. El tratamiento que obtuvo mejores resultados fue T1 con la mezcla de (*Vicia sativa* más *Avena sativa*) por la facilidad para obtener la semilla y menores costos; generó mayor cantidad de biomasa y al realizar el análisis foliar se determinó importantes niveles de P, K, Ca, S, B, Zn y Cu. Al comparar el análisis inicial con el final se evidenció el incremento de materia orgánica en especial en los tratamientos donde se encontraba la especie de *Vicia sativa*. Se concluyó que la combinación de estas estrategias fueron efectivas para la recuperación de suelos degradados.

SUMMARY

The present investigation, was carried out in the site Puntales, parish Bolivar, province the Carchi. The study area has an equatorial climate mesothermal semi-humid, average annual temperature of between 12 and 13 ° C. The current use of the land is grassland with shrubs and herbaceous vegetation on agricultural land and the type of soil Durustoll. The general objective was to: Assess three types of green manures in the recovery of degraded soils to increase its productive capacity. The evaluated factors were (*Vicia sativa* more *avena sativa*, *Vicia faba* more *Lolium multiflorum* y *Vicia sativa* more *Hordeum vulgare*), a design of complete randomized blocks which consisted of 16 experimental units with three treatments, a witness and four replications was used, first applied the process of plowing soil and after an elapsed time, when were legumes around 60% of flowering the incorporation of green manure crops. Chemical analyses performed on the ground after three months of the incorporation of green manures showed increasing NH₄, Ca and Total nitrogen and the decrease of other elements such as S, Zn, Cu, Fe and Mn in comparison with the initial analysis. Treatment obtained better results was T1 with the mixture of (*Vicia sativa* more *Avena sativa*) for the ease of obtaining seed and lower costs; it generated a greater amount of biomass and foliar analysis found significant levels of P, K, Ca, S, B, Zn and Cu. To compare the initial analysis with the end showed the increase in organic matter especially in the treatments where the species was the species of *Vicia sativa*. It was concluded that the combination of these strategies were effective for the recovery of degraded soils.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

La potencialidad del Ecuador se sustenta, de manera fundamental, en la diversidad de sistemas ecológicos y por lo tanto del suelo. Sin embargo, el crecimiento demográfico, la expansión de la frontera agrícola y los procesos de urbanización generan una influencia creciente sobre la disponibilidad del mencionado recurso, provocando así su deterioro al destinarlo a fines distintos a su capacidad de uso (Flores y Méndez, 2009).

Si la conservación de suelos en gran parte va a repercutir en el bienestar del ser humano, toda programación debe fundarse en una previa investigación, cuyas conclusiones, adecuadamente llevadas a la práctica conduzcan a detener el avance erosivo y la degradación. Con ello, se estaría gradualmente aumentando la producción de los suelos y manteniendo la potencialidad y la vida del recurso.

Uno de los problemas más recurrentes en la Parroquia Bolívar, perteneciente a la mancomunidad de la provincia del Carchi, es la erosión. Tomando en cuenta que en el Ecuador existe una degradación del suelo que varía entre 30 y 50 TM/ha/año en áreas con pendientes superiores a 25%; y entre 10 y 30 TM/ha/año en pendientes que van del 12 al 25% y en suelos con pendientes menores al 12% la erosión se sitúa entre 5 y 10 TM/ha/año (Chasi y Muso, 2009). El problema tiene su origen en la falta de cobertura vegetal del suelo, debido al constante laboreo para la producción de cultivos y a la escasa precipitación que no favorece su crecimiento. Los suelos son frágiles debido a las características de textura, estructura, escasez de materia orgánica, compactación y prácticas inadecuadas de cultivo; así como el empleo de fertilizantes químicos y el riego por gravedad en las laderas.

Uno de los problemas específicos es la presencia de suelos endurecidos con existencia de capas de cangahua; sin embargo, estos suelos no se han incorporado a la producción en un cantón en el que la principal actividad económica es la agricultura y ganadería.

1.2. Hipótesis

Hipótesis nula

Los tres tipos de abonos verdes incorporados en suelos degradados de la parroquia Bolívar muestran efectos similares en cuanto a la recuperación de propiedades físico-química e incremento de capacidad productiva.

Hipótesis alternativa

Los tres tipos de abonos verdes incorporados en suelos degradados de la parroquia Bolívar muestran efectos diferentes en cuanto a la recuperación de propiedades físico-química e incremento de capacidad productiva.

1.3. Justificación

El uso y manejo sostenible del suelo debe abordarse desde un punto de vista ecológico, económico y social. La mayor parte de las actividades productivas tienen su base en el recurso suelo. Un ejemplo de ello es la agricultura y ganadería que constituye la primera fuente de ingresos en la provincia del Carchi y particularmente en el cantón Bolívar, Parroquia Bolívar.

Una de las formas de recuperar los suelos degradados es la roturación profunda, que rompe capas endurecidas propiciando una mejor permeabilidad para el aire y el agua. Así mismo, es importante recuperar la fertilidad química y biológica del suelo, lo cual se logra, mediante la adición de abonos verdes que favorecen la incorporación de nutrientes primarios, secundarios y micronutrientes; y, el incremento de la actividad microbiana y la mesofauna del suelo (FAO, 2000).

La incorporación de abonos verdes en los suelos degradados, propicia el mejoramiento de las propiedades físico-químicas y biológicas del recurso y con ello se contribuye al progreso de los habitantes. En esta investigación se analizó el efecto de tres tipos de abonos verdes, en una mezcla de leguminosas/gramíneas con lo que se facilitó la

fijación simbiótica y asimbiótica de nitrógeno a través de bacterias fijadoras y micorrizas para disminuir los valores de densidad aparente, indicadores de compactación y dureza del suelo, factores que inciden en los niveles de escorrentía y riesgos de erosión (MAGAP, 2017).

La presente investigación contribuye con datos que facilitan soluciones para un problema evidente del área de estudio. Creando conciencia en la población, se podrá generar conocimiento sobre cómo tratar este tipo de suelos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados de la parroquia Bolívar – provincia del Carchi para incrementar su aptitud productiva.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar los cambios generados en las propiedades físico-químicas de los suelos por la incorporación de tres tipos de abonos verdes.
- Determinar la biomasa y calidad nutricional de los abonos verdes (*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Vicia faba*, *Vicia sativa*, *Lolium multiflorum*).
- Proponer estrategias de manejo y conservación de suelos con el uso de abonos verdes.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Para la revisión literaria se consideró el Marco Legal Ecuatoriano para la investigación que se está realizando, así como temas científicos que aporten al desarrollo del estudio, con un enfoque especial en los temas de esta investigación.

2.1. Marco Legal

La presente investigación se basó en los artículos de la Constitución de la República del Ecuador del 2008, fundamentando de esta manera la investigación legalmente.

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

TÍTULO II

DERECHOS

En el capítulo segundo de los Derechos del Buen Vivir, sección Ambiente sano Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, suma kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. Además dentro del Art 15.- Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicas persistentes altamente tóxicas, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

El TULSMA (2012), en el libro VI: Calidad ambiental, a través de la norma de calidad ambiental del recurso suelo anexo 2, y criterios de remediación para suelos contaminados; estipula:

La presente norma se aplica para la prevención y control de la contaminación del suelo resaltando que es necesario utilizar sistemas de agricultura que no degraden este recurso, generando buenas prácticas de manejo para evitar la degradación total o parcial de las características o cualidades, físicas, químicas o biológicas de las tierras con aptitud agrícola.

2.2. Propiedades físicas y químicas de los suelos

2.2.1. Características Físicas del suelo

Los diferentes usos que se les dé a los suelos, dependen en gran magnitud de las propiedades físicas de éstos, de esta manera se puede determinar la capacidad del suelo para las diferentes actividades Rucks, García, Kaplán, Ponce de León y Hill (2004) encontraron que:

La condición física de los suelos, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento de la planta, también la factibilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad del drenaje y de almacenamiento de agua, y la retención de nutrientes, se considera necesario, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influye el crecimiento de las plantas. (p.2)

Es muy importante además conocer cómo la actividad humana sobre el suelo puede afectar y modificar sus características naturales. Esto servirá para comprender la importancia de mantener dichas características en el mejor estado posible (Rucks *et al.*, 2004). Las características más importantes son: color, textura, estructura, porosidad, profundidad efectiva, drenaje.

2.2.1.1 Color

Los suelos tienden a presentar un color oscuro; a medida que se avanza en profundidad el color tiende a ser más claro. Los colores blancuzcos indican la presencia de arena, arcilla o yeso en cambio los suelos más oscuros son ricos en materia orgánica. Los grises verdosos indican falta de drenaje mientras que los pardos, rojizos y amarillentos, muestran que los suelos son muy aireados y tienen una adecuada permeabilidad. En las regiones húmedas, por lo general los suelos son muy claros lo cual indican baja productividad y las plantas tienden a crecer mal (Rucks *et al.*, 2004).

2.2.1.2 Textura

El término textura hace referencia a la proporción de las diferentes clases de tamaño de partículas, separación del suelo o fracciones en un volumen del suelo dado, la cual se describe como una clase textural (FAO, 2009).

De forma general y considerando el contenido de arcilla, el suelo se puede clasificar en:

- Arenoso: < 10%
- Franco: 10- 30%
- Arcilloso: > 30%

La textura (Figura 2.1), determina la capacidad que tiene el suelo para la retención de agua y nutrientes, su permeabilidad (encharcamiento, riesgo de lixiviación de agua y nitrógeno, entre otros), y su capacidad para descomponer la materia orgánica.

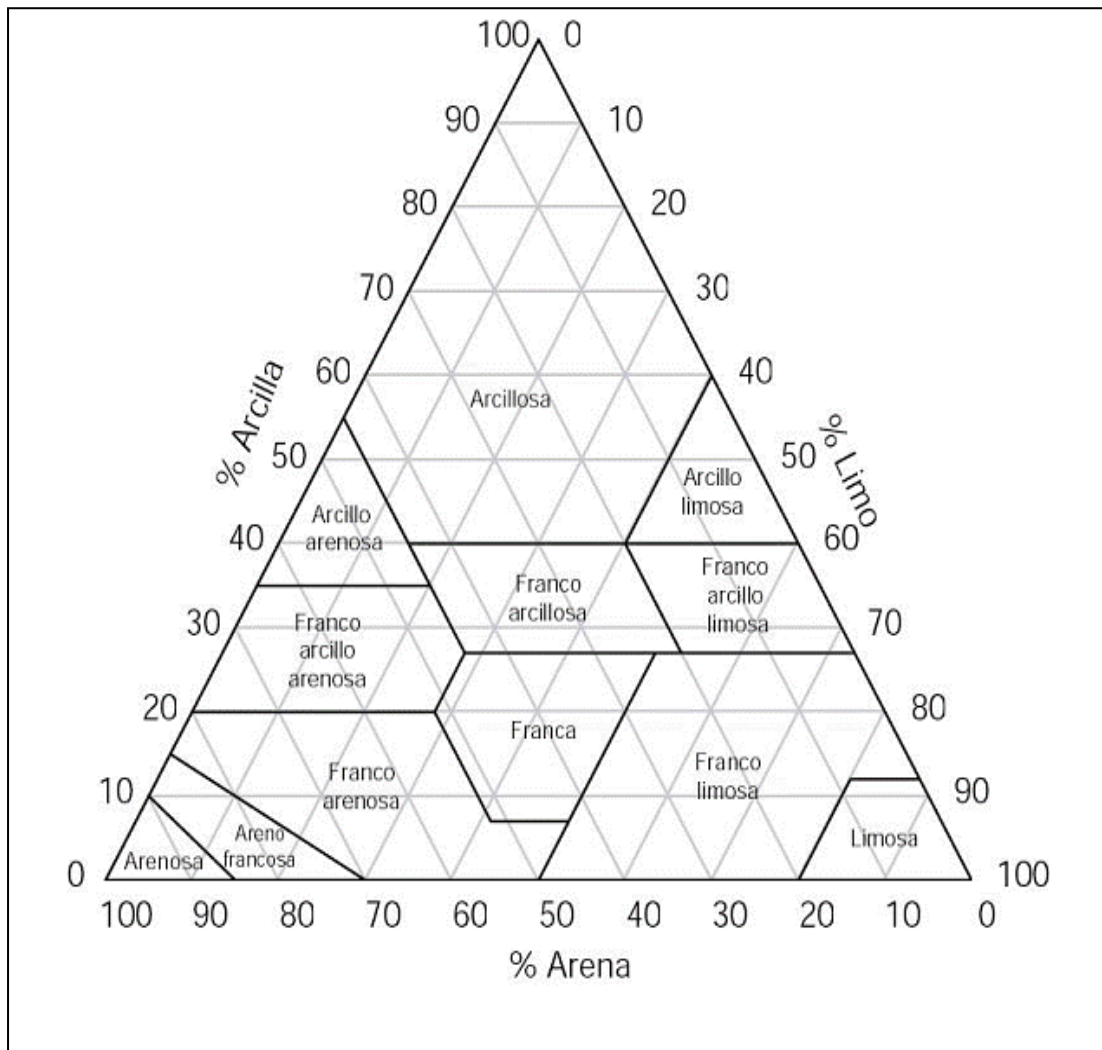


Figura 2.1. Diagrama triangular para la determinación de la textura del suelo

Fuente: USDA 1997

La roca que forma el suelo se descompone y se desmorona en partículas de diferente tamaño. Las más pequeñas son las arcillas, luego están los limos y las más grandes son las arenas (Rucks *et al.*, 2004).

2.2.1.3 Estructura

Es la forma en la que se acoplan distintas partículas del suelo creando agregados y combinándose entre sí, ya que de esto depende que las raíces de un cultivo ingresen en el suelo adecuadamente, creando una buena circulación del agua y del aire generando una gran cantidad de vida microbiana (MAGAP 2017).

Atendiendo a la clasificación planteada por la FAO (1990), se establece lo siguiente:

- Estructura particular: Se presenta cuando solo hay arena, la floculación es imposible y las partículas quedan separadas. Se encuentra solo en el horizonte E.
- Estructura masiva: Propia de materiales que presentan una masa consistente; no presenta grietas y no se pueden diferenciar los agregados. Propia de los materiales sin edifizarse pero que poseen coloides arcillosos. Se encuentran en el horizonte C.
- Estructura fibrosa: Se encuentra constituida de fibras orgánicas con incipiente proceso de descomposición. Propia de los horizontes H y O.
- Estructura grumosa o migajosa: Es una de las más recomendadas para la agricultura ya que sus agregados son pequeños, muy porosos y redondeados para que exista una adecuada penetración de las raíces. Propia de horizontes A con abundante materia orgánica.
- Estructura granular: Sus agregados son poco o nada porosos por contener más arcilla que materia orgánica en el proceso de floculación. Es propia de horizontes A, de suelos con bajo contenido de materia orgánica.
- Estructura subpoliédrica o subangular: Los agregados de esta estructura presentan los vértices redondeados. Propia de horizontes A muy pobres en materia orgánica pero también se encuentran en la parte superior de los horizontes B.
- Estructura poliédrica o angular: Los agregados encajan perfectamente unos en otros y dejan un sistema de grietas inclinadas. Es típica de horizontes B con contenidos arcillosos medios o con arcillas poco expansibles.
- Estructura prismática: Cuando es muy gruesa constituye una transición a la estructura masiva. Es propia de los horizontes B.
- Estructura columnar: Fuertes concentraciones de Na. Es frecuente que las sales queden impregnadas en la parte superior y cristalicen al secar, lo que provoca una cubierta blanca. Es propia de los horizontes B de suelos salinos sódicos.
- Estructura esquistosa o laminar: Similar a las anteriores con la diferencia que la dimensión vertical es mucho menor que la horizontal. Es propia de horizontes C.

- Estructura escamosa: Posee forma de lámina delgada y curva con aspecto cóncavo. Se presenta en zonas anegadas que luego se secan. Al secarse las partículas gruesas no cambian de volumen ni forma. Resulta ser una estructura temporal ya que al momento de llover o aplicar riego la estructura regresa a su estado original.

2.2.1.4 Porosidad

Está constituida por los poros o pequeñas cavidades que presenta el suelo y a través de las cuales penetra el aire y el agua. En los suelos que poseen partículas de arena, los poros son grandes y el agua y el aire penetran fácilmente. Por otro lado, en los suelos que tienen partículas más pequeñas como las arcillas, los poros son muy pequeños. La porosidad determina la permeabilidad o movimiento de agua y el aire dentro del suelo. Los suelos que se empantanar tienen permeabilidad muy lenta (Ibáñez, 2007).

2.2.1.5 Profundidad efectiva

Es la profundidad incluso donde llegan, sin tropiezo, las raíces de las plantas en busca de agua y alimentos (Ibáñez, 2007). Un suelo es superficial cuando las raíces de dichos cultivos tienen dificultad para ingresar más allá de los 50 cm.

2.2.1.6 Drenaje

Es la actividad con que los suelos se secan después de un aguacero o riego. Existe drenaje interno y drenaje externo. El primero, es la rapidez con que el agua se arrastra dentro del suelo y el segundo es la rapidez con que el agua se filtra por la superficie del terreno (López, 2002).

2.2.1.7 Densidad Aparente

Es el contenido total de porosidad y es importante para el manejo del suelo ya que refleja la compactación y la factibilidad de la circulación del agua y del aire; es necesario para identificar los resultados de los análisis del laboratorio expresado en % (MAGAP 2017).

2.2.2 Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas que posee el suelo permiten reconocer ciertas cualidades que se pueden identificar cuando se producen cambios químicos o reacciones que alteran su composición. Según Marín (2011), se observa fundamentalmente al contenido de diferentes sustancias nutricionales como:

2.2.2.1 Macro y micronutrientes

- **Nitrógeno**

Se encuentra en distintas formas en el suelo aunque es absorbido por las plantas y microorganismos como nitrato (NO_3) o amonio (NH_4). La falta de nitrógeno provoca color verde y pálido en las hojas.

Para garantizar una nutrición nitrogenada óptima, la estrategia es optimizar el balance de nitrógeno en el suelo lo que se consigue maximizando las entradas y minimizando las salidas. El balance varía según:

- Cultivo y variedad.
- Suelo (principalmente textura).
- Fertilización.
- Nivel de materia orgánica.

El mayor reservorio de nitrógeno en el suelo se encuentra en los microorganismos que lo habitan como las bacterias, hongos y nematodos.

- **Fósforo**

Del total del P en los suelos solo un porcentaje muy bajo (entre 0,1 ppm y 0.3 ppm) se encuentra realmente en solución, lo que lo hace disponible para plantas y microorganismos.

En la disponibilidad del P influye:

- pH del suelo.
- presencia de Fe, Al y Mn.
- Minerales de calcio y magnesio disponibles.
- Cantidad y descomposición de materia orgánica.
- Actividad de microorganismos.

- **Calcio**

El Ca juega un papel importante en la fertilidad de los suelos al cumplir las siguientes funciones:

- Ayuda a que se dé un buen crecimiento de la raíz y el tallo de la planta.
- Permite que la planta tome del suelo los alimentos fácilmente.
- Ayuda a reducir nitratos de la planta.
- Ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos en la planta.
- Influye indirectamente en los rendimientos de los cultivos al reducir la acidez de los suelos.
- Contribuye a la fijación del N al ser requerido por las bacterias fijadoras.

- **Magnesio**

Los suelos generalmente contienen menos Mg que Ca debido a que el Mg no es absorbido tanto como el Ca por los coloides del suelo y puede perderse más fácilmente por lixiviación.

- **Potasio**

Es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas al realizar las siguientes funciones:

- Ayuda a formar tallos fuertes y vigorosos.
- Ayuda al balance de agua en las plantas.
- Favorece el crecimiento vegetativo.
- Da a la planta resistencia a las enfermedades.

- **Azufre**

El azufre en el suelo se ve limitado por los siguientes factores:

- pH del suelo.
- Contenido de materia orgánica.
- Salinidad del suelo.

- **Hierro**

El Fe contribuye a los colores que se observan en el suelo como amarillo-pardo en las zonas templadas-frías o coloraciones rojas en regiones áridas, la deficiencia de Fe se ve favorecida en presencia de suelos con alto contenido de calcio que insolubiliza al Fe y no puede ser tomado por las plantas.

- **Manganeso**

El Mn que existe en el suelo proviene de óxidos, carbonatos, silicatos y sulfatos.

Las causas de las carencias de Mn se debe a que son suelos calcáreos y suelos arenosos muy lavados.

- **Zinc**

El Zn se encuentra con mayor frecuencia en suelos ácidos que en alcalinos, siendo su mínima disponibilidad para pH por encima de 7.

La deficiencia de Zn se da en una amplia variedad de suelos como son los sueltos, calcáreos, margosos y especialmente en suelos pobres en materia orgánica.

- **Boro**

El B se encuentra en la disolución del suelo como ácido bórico, formando complejos con Ca o unido a compuestos orgánicos solubles.

Los factores del suelo que influyen en su asimilación son:

- El B queda fijado por el suelo cuando el pH es de 8 a 9.
- En suelos de textura liviana el B puede ser fácilmente lixiviado, mientras que en suelos de textura arcillosa su movilidad es prácticamente nula.

- **Cobre**

La principal fuente de suministro de Cu en el suelo lo constituyen los sulfuros. El Cu se encuentra en forma cúprica (CuII), en la fase sólida del suelo, formando parte de las estructuras cristalinas de minerales primarios y secundarios.

Algunas de las propiedades químicas de los suelos según Marín (2011), también son:

2.2.2.2 pH del Suelo

EL pH del suelo está constituido por aspectos del clima, vegetación e hidrología donde el suelo se ha formado, por otra parte es afectado por el material parental, la naturaleza química de la lluvia, las prácticas de manejo del suelo y las actividades que realizan los organismos (plantas, animales, microorganismos) que viven en el suelo. El valor del pH oscila entre 3,5 (muy ácido) y 9,5 (muy alcalino), los suelos con un pH de 6,5 son ideales para cultivos agrícolas (MAGAP, 2017).

2.2.2.3 Capacidad de Intercambio Catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de una muestra de suelo o de cualquiera de sus componentes, expresa: el número de moles de iones de carga positiva adsorbidos los cuales pueden ser intercambiados por unidad de masa seca, bajo las condiciones dadas de temperatura, presión, composición, de la fase líquida y una relación de masa-solución dada (Rucks *et al.*, 2004).

2.2.3 Características biológicas del suelo

2.2.3.1 Materia orgánica

“Es la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo” (Julca, Meneses, Blas y Bello, 2006). La materia orgánica del suelo está constituida por la fracción orgánica que influye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo así como sustancias producidas por los organismos del suelo. La materia orgánica se transforma en humus en un lapso de 3 a 4 meses, en condiciones ecológicas adecuadas la temperatura se encuentra entre 18 y 22 °C, presenta una óptima humedad y buena oxigenación con un pH 6,8.

La materia orgánica es fundamental para el mejoramiento de los suelos de cultivo. Su presencia cumple las siguientes funciones:

- Mejorar su permeabilidad, teniendo así una mejor capacidad para almacenar agua y de esta forma facilita el laboreo para minimizar la erosión;
- Aporta nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, cobre, hierro, magnesio entre otros);
- Favorece a la germinación de semillas y respiración de las raíces;
- Aumenta la capacidad de retención de agua;
- Incrementa la fertilidad potencial del suelo.

2.3 Suelos degradados

La degradación de los suelos se genera por diversas causas, entre ellas las diferentes actividades humanas que han contribuido al deterioro del recurso. El deterioro del suelo es el resultado de actividades directas como la agricultura, la ganadería y las actividades forestales; también, los procesos industriales y el cambio climático. Según la FAO citada por (Meza, Sabogal y de Jong, 2006) “la degradación del suelo se define como

el proceso de disminución de su capacidad actual y potencial para producir, cualitativa y cuantitativamente, bienes y servicios” (p.27).

Una causa fundamental de degradación es la presencia de suelos que han perdido su cobertura vegetal, siempre o durante gran parte del tiempo, esto proviene como consecuencia del uso de herbicidas contra las llamadas “malas hierbas”. Dicho problema se da generalmente en la agricultura; además el uso inadecuado del suelo se genera por prácticas agrícolas en terrenos con pendientes ha provocado un gran daño al recurso suelo. Los fertilizantes añadidos al suelo, pueden causar un gran deterioro y pérdida de la capa orgánica del suelo (Meza *et al.*, 2006).

2.3.1 Origen de los suelos degradados

El suelo en su condición de uso primario es susceptible de acoger impactos que puede expresarse en diversas formas de degradación e inclusive en la pérdida definitiva del mismo. Esta afectación se puede producir por tres causas fundamentales: la ocupación, la contaminación y la sobreexplotación (López, 2002).

El autor antes citado, al referirse a la ocupación del suelo, se refiere a cualquier actividad que implique de una u otra forma la posesión del suelo y conlleve generalmente a una pérdida irreversible del mismo. Las actividades más representativas de este tipo de afectación se dan por la construcción de yacimientos de minas, vías de comunicación, grandes industrias y urbanizaciones. Con respecto a la contaminación de los suelos afirma que ella se da por la liberación de sustancias ofensivas que afecten la calidad del suelo.

La problemática sobre la degradación del suelo y su origen es de importancia crucial en el mundo, al ser el suelo la fuente principal de la cual se obtiene la alimentación diaria. Refiriéndose a la sobreexplotación Hernández y Pastor (2008) encontraron que “las causas de la degradación de suelos se encuentran relacionadas esencialmente con un manejo inadecuado de los mismos”. Al prevalecer como tema principal la producción

de cultivos para la alimentación mundial, se ha dejado de lado el manejo adecuado a fin de subsanar los impactos sobre dicha producción.

2.4 Procesos de degradación

Los procesos de degradación se producen por el manejo inadecuado que el ser humano realiza de los recursos edáficos, llevando al suelo a disminuir su capacidad productiva inicial.

- **Erosión**

Es el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo mediante un proceso físico, que elimina gradualmente la capa superficial, que contiene una alta proporción de minerales, materia orgánica, elementos nutritivos y agua, necesarios para el crecimiento de las plantas (López, 2002).

En el sitio de estudio el proceso de erosión más importante es la erosión eólica que es ejercida por el viento sobre la superficie del terreno, la cual produce un movimiento de partículas del suelo, transportadas por saltación, deslizamientos superficiales o suspensión, dependiendo del tamaño de las partículas, la duración, velocidad y turbulencia del viento. Esta erosión eólica puede ser un problema para todas las zonas secas y semiáridas y también para zonas de lluvias estacionales (Vásquez e Hidalgo, 2008).

Los tipos de degradación más comunes según Ibáñez (2008), son los siguientes:

- **Degradación física**

Se producen cambios adversos en el suelo que afectan las condiciones físicas relacionadas con el desplazamiento del aire, agua, nutrientes y el desarrollo de las raíces, estos procesos pueden ocurrir a nivel de superficie del suelo o

subsuperficialmente, y los efectos que comúnmente se observan son capas compactas, sellamiento de la superficie del suelo y costras. El proceso de erosión hídrica es de los más frecuentes, que se da debido al uso y manejo inadecuado de este recurso.

- **Degradación biológica**

Pérdida de biodiversidad de organismos del suelo y materia orgánica constituyen los efectos más notorios debido a la ocurrencia de los procesos de degradación biológica. Lo que repercute sobre diferentes funciones en suelos agrícolas como la transformación, reciclado y posterior asimilación de los nutrientes por las plantas, al igual que la persistencia de los minerales que contribuyen a sostener el espacio poroso que va a sostener el traslado del agua de lluvia o de riego y la eliminación de excesos. El uso intensivo del suelo y la aplicación de tecnología inadecuada constituyen las principales causas para que se produzca este proceso.

- **Degradación química**

En estos procesos se encuentra el agotamiento de nutrientes y la acidificación que se producen por causas como el agotamiento de la materia orgánica ya que la mayor parte de los nutrientes son expulsados el suelo por el agua siendo sustituidos por el hidrógeno. La contaminación del suelo es otro proceso de degradación química que generalmente está asociado con la contaminación de aguas superficiales y subterráneas y el inadecuado uso de insumos y desechos de agricultura. Otro proceso es el de salinización y sodificación son aquellos que aumentan el contenido de sales potásicas y sódicas en el suelo y deterioro de otros cationes que como el calcio son vitales para la nutrición vegetal y bajo estas condiciones el pH aumenta en exceso por encima de 8,5.

- **Desertificación**

Es un proceso combinado que se desarrolla en zonas áridas, semiáridas o subhúmedas

afectando el ecosistema en su totalidad generando la pérdida de cobertura vegetal y biomasa, así como la disminución de la materia orgánica y la actividad biológica de los suelos, pueden ser originadas por alteraciones climáticas naturales y antrópicas (Priscitelli, 2015).

2.5 Indicadores de calidad del suelo

La calidad del suelo es un proceso que presenta las propiedades edáficas existentes en este recurso, lo que permite evaluar la sustentabilidad de las prácticas de manejo en el mismo. Los indicadores (Tabla 1), se agrupan en físicos, químicos, biológicos y de relieve (Bautista, Echeverry, del Castillo y Gutiérrez, 2004).

Tabla 1

Indicadores físicos, químicos y biológicos de la calidad del suelo.

Indicador	Relación con las funciones y condiciones del suelo.
Indicadores Físicos	
Textura del suelo	Retención y transporte de agua y minerales; erosión del suelo a partir de su influencia en el tipo de estructura, la calidad y el tamaño de poros.
Profundidad del suelo	Estimación del potencial productivo y de erosión, profundidad fisiológica.
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviación, productividad y erosión.
Capacidad de agua disponible	Agua disponible para las plantas.
Porosidad y compactación	Retención y transporte de agua y nutrientes; erosión del suelo.
Estabilidad de agregados	Erosión potencial, infiltración de agua.
Indicadores químicos	
Materia orgánica (C y N)	Disponibilidad de nutrientes, fertilidad del suelo, estabilidad de agregados, a mayor cantidad: disminución de

	erosión y aumento de potencial productivo.
pH	Actividad química y biológica, límites para el crecimiento de las plantas y actividad microbiana.
Conductividad eléctrica	Actividad microbiológica de las plantas. Limitante para el crecimiento de las plantas y la actividad microbiológica.
N, P y K extraíble	Disponibilidad de nutrimentos para las plantas y pérdida potencial de nitrógeno, indicadores de productividad y calidad ambiental.
Capacidad de intercambio catiónico	Almacén de nutrimentos para las plantas, retención de contaminantes y amortiguación del pH.

Indicadores biológicos

Biomasa microbiana(C y N)	Actividad biológica, flujo de nutrimentos, potencial catalizador microbiano y reposición de C y N.
N potencial mineralizable	Productividad del suelo y aporte potencial de N.
Respiración del suelo	Medición de la actividad microbiana, cantidad de C en el suelo.
Riqueza y abundancia de fauna	Relacionado con los procesos de descomposición y mineralización de residuos orgánicos y alerta temprana ante perturbaciones.

Indicadores de relieve

Pendiente	Condiciones permisivas para la presencia de la erosión.
Orientación del terreno	Diferencias en parámetros estructurales (biomasa, distribución de frecuencias), y comportamiento hídrico del suelo.
Altitud	Patrones de distribución de especies vegetales.
Unidad geomorfológica (posición en el relieve)	Forma del flujo del agua a lo largo de la ladera (zonas donadoras - zonas receptoras).

Fuente: Bautista *et.*, 2004.

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

2.6 Conservación de suelo

Existen diferentes técnicas o prácticas que favorecen a la conservación de las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, para generar una mejor capacidad productiva. Mediante técnicas de conservación de suelos se reduce o elimina el arrastre y pérdida del mismo ocasionada por acción de lluvia y viento, aumentando la fertilidad.

Algunas de las prácticas de conservación son:

- La siembra de plantas de coberturas y abonos verdes
- El uso de estiércol y aboneras orgánicas
- La labranza conservacionista o labranza mínima
- Los sistemas agroforestales
- La siembra en curvas a nivel o siembra al contorno
- Las barreras vivas
- Las barreras o muros de piedra
- Terrazas individuales

2.7 Subsolado o Roturación de suelo

Esta labor consiste en fracturar el suelo hasta una profundidad de 60 cm con el fin de destruir las capas compactadas o impermeables y de esta manera, mejorar la estructura para facilitar el movimiento del aire y del agua.

La calidad del subsolado se mide por el grado de fracturación y depende del contenido de humedad, la textura del suelo y la velocidad que se tenga en el campo. Los implementos que se utilizan para el subsolado son los subsoladores rectos y los curvos que tienen mayor eficiencia los cuales constan de tres o cinco vástagos de 60cm de longitud, separados 0,75 a 1,5 m, dispuestos en la barra de porta herramientas del bulldozer (Rodríguez, 1995).

2.8 Abonos verdes

Los abonos verdes con el pasar del tiempo está adquiriendo un interés como es el de aumentar y conservar la fertilidad de los suelos, sobre todo en los trópicos, donde las altas lluvias, y temperaturas causan rápidamente la degradación (García, Treto, y Álvarez, 2000).

Es la composición de determinadas plantas, y esto puede ser tanto individual como también la mezcla de dos o más plantas, por lo general deben ser de crecimiento rápido, que sean de cultivos comerciales, como por ejemplo las leguminosas ya que tienen la propiedad de fijar nitrógeno. Además de tener grandes propiedades los abonos verdes se asocian con diferentes aspectos básicos en distintos sistemas agrícolas como son: mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, son tolerantes a diferentes tipos de suelos (Núñez, 2000).

2.8.1 Importancia de los abonos verdes

Cuando se incorpora los abonos verdes al suelo cumplen con una gran ventaja la cual es dar lugar a un sinnúmero de reacciones bioquímicas que son las encargadas de aumentar la acción microbiana del suelo, y así obteniendo un conjunto de microorganismos, encargados de la mineralización de los elementos nutritivos del suelo. Los abonos verdes ayudan a microorganismos como hongos y bacterias que descomponen la celulosa, las que a su vez refuerzan con sus secreciones la consistencia de los agregados del suelo, que son importantes para el correcto equilibrio del agua y aire para el suelo (Sánchez, 2003).

2.8.2 Función de los abonos verdes

Se encargan de proteger la capa superficial del suelo contra las lluvias de gran intensidad, el sol y el viento. Mantienen elevadas tasas de infiltración de agua y en efecto combinando el sistema radicular de la cobertura vegetal. Sus raíces al momento

de descomponerse, dejan canales en el suelo, y la cobertura evita la degradación del recurso (Durán, 2009).

Cabe destacar que estos abonos brindan un aporte considerable de biomasa al suelo; de esta manera mantiene y eleva, a lo largo de los años el contenido de materia orgánica. Por otra parte, disminuye la evaporación del suelo y se aumenta la disponibilidad de agua para los cultivos comerciales (FAO, 2000).

A través del sistema radicular fracciona capas duras y así se encargan de que exista aireación y estructuración del suelo, influyendo en la reparación biológica del mismo. También se encargan de adicionar nitrógeno al suelo a través de la fijación biológica de las leguminosas, mejorando la economía ya que el abono verde es un elemento que se realiza de los cultivos comerciales, además mejora el balance de nitrógeno del suelo.

Minimizan malezas de los cultivos a través de efecto supresor y alopático provocado por el rápido crecimiento inicial y exuberante desarrollo de biomasa. El aumento de abonos verdes y su descomposición, inhiben el ciclo de muchas especies de macroorganismos y principalmente de microorganismos del suelo, mejorando la dinámica física química del suelo (FAO, 2000).

2.8.3 Especies utilizadas como abonos verdes

Los cultivos más utilizados como abonos verdes son las leguminosas y gramíneas ya que al unirlos aporta al aumento de biomasa que ayuda al mejoramiento de la densidad aparente del suelo y de la infiltración de agua con lo que disminuye la escorrentía y los riesgos de erosión y en si se encargan de fijar altas cantidades de nitrógeno. Se debe tener una especie de selección de las leguminosas que se va a utilizar las cuales tienen las siguientes características:

- Que sean ahorrativas en dinero y mano de obra

- Deben crecer con un alto vigor en los suelos más pobres sin necesidad de aplicar fertilizantes.
- Las plantas deben estar sin ningún tipo de plagas y enfermedades.
- Deben fijar grandes cantidades de nitrógeno y así aumentar la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos.
- Es necesario experimentar con varias leguminosas para saber cuáles son las más adecuadas para realizar los abonos verdes (García, Treto y Álvarez, 2001).

2.8.3.1 Beneficios de utilizar leguminosas y gramíneas como abonos verdes

Las gramíneas casi siempre como abonos verdes se siembran en conjunto con las leguminosas, ya que permiten tener una masa de vegetación más grande que las leguminosas solas, dándole al suelo una estructura más favorable (Chasi y Muso, 2009).

La vicia (*Vicia sativa*) es una leguminosa anual que posee tallos rastreros o trepadores, su color varía de acuerdo al tipo de especie, presentan un zarcillo terminal; tienen la capacidad de defender el suelo de la erosión, aportándole materia orgánica y lo enriquecen con nitrógeno atmosférico de esta forma mejoran las condiciones físicas y fertilidad del terreno es por eso que esta especie se la puede utilizar como abono verde, además es una buena controladora de malezas, evitando el control químico (Aguilar, 2016).

La avena (*Avena sativa*) debido a su adaptación climática este cereal se presenta como una alternativa idónea para la recuperación de suelos ya que son resistentes a suelos ácidos con un pH comprendido entre 5 y 7, suelen sembrarse en suelos recién roturados; similares al área de estudio (Romero, 2010).

Habilla (*Vicia faba*) es una planta leguminosa que tiene la capacidad de aportar al suelo una gran cantidad de materia verde, son buenas fijadoras de nitrógeno y asimilan elementos minerales del suelo (Chancosa y Viana, 2015).

Cebada (*Hordeum vulgare*); es una planta gramínea que se adapta a pH ligeramente ácidos, produce una gran cantidad de materia verde siempre está asociada con la vicia ya que de esta forma compensan la poca cantidad de materia verde que generan las leguminosas (García *et al.*, 2010).

Raygrass (*Lolium multiflorum*); es una planta gramínea tiene la capacidad de mejorar la estructura del suelo generando una mejor penetración del agua (Chasi y Muso, 2009).

2.8.4 Aplicación de abonos verdes en otros estudios

El estudio realizado por Romero (2010), en Ecuador, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo se basó en la rehabilitación de suelos cangahuosos mediante la incorporación de abonos verdes, utilizando una mezcla de *Avena sativa* más *Vicia sativa*, solas o en asociación y en diferentes porcentajes de floración para su incorporación, teniendo como resultado el incremento de 1,91% de materia orgánica, 18,70 kg/ha de nitrógeno (N), 13,99 kg/ha de fósforo (P) y 356,57 kg/ha de potasio (K) después de la incorporación de los abonos verdes.

Aguilar (2016), evaluó tres tipos de abonos verdes, con mezclas de leguminosas más gramíneas, crucífera y amarantáceas, en los suelos agrícolas degradados del cantón Bolívar, teniendo como resultado que la mejor aportación de nitrógeno al suelo se consiguió con el tratamiento vicia más avena con 88,56 kg/ha, seguido del bledo con 61,49 kg/ha y el nabo silvestre que es el que menos aporta con 33,41 kg/ha. Se evidenció el aumento de materia orgánica en vicia más avena 0,55% y nabo silvestre con 1,40%.

En el cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi, Chasi y Muso (2009) evaluaron cinco especies de leguminosas empleadas como abonos verdes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), teniendo como resultado una mayor producción de biomasa con el chocho con 33 t/ha de biomasa fresca.

2.9 Biomasa

“Se entiende por biomasa al peso seco de sustancias vivientes en un momento determinado, que puede ser útil como materia orgánica en forma de abono para tratamiento de suelos” (Martínez y Leyva, 2014).

Algunas de las familias de gran importancia son las gramíneas porque son capaces de generar una gran cantidad de biomasa y como mejoradoras de suelo se encuentran en conjunto con las leguminosas ya que crecen asociadas, aprovechando la cantidad de nitrógeno que estas aportan al suelo, aunque estos suelos sean de fertilidad pobre. La relación carbono/ nitrógeno, sirve para medir la biomasa y la evolución de la materia orgánica en la fertilidad del suelo (Navarrete, Vela, López y Rodríguez, 2011).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se utilizó diferentes materiales y equipos, de oficina y de campo (Tabla 2), que sirvieron como apoyo para la aplicación de la metodología.

3.1. Materiales, equipos, insumos y herramientas

Tabla 2

Materiales, equipos, insumos y herramientas

Materiales	Equipos	Insumos y herramientas
<ul style="list-style-type: none">• Estacas de madera de 70, 60 y 50 cm• Fundas plásticas para muestreo• Libreta de campo• Piola• Rótulos• Recipiente 5 l.• Software ArcGIS 10.1• Materiales de escritorio	<ul style="list-style-type: none">• Flexómetro de 50 m• Computador• Navegador GPS• Cámara fotográfica• Bulldozer tractor de oruga• Balanza de campo	<ul style="list-style-type: none">• Semillas de vicia, avena, cebada, habilla, raigrás• Manguera para riego ½ 100m• Aspersores• Abrazaderas metálicas• Uniones pvc 1/2• Barreno de muestreo• Palas cuadradas• Rastrillo metálico• Machete• Hoz dentada de acero• Barra agrícola• Azadón de acero

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

3.2. Métodos

Los métodos utilizados en este estudio se describen a continuación.

3.2.1. Caracterización del área de estudio

La investigación se basó en la recuperación de suelos degradados debido a la existencia de cultivos. Una vez elegido el sitio se procedió a demarcar el terreno de acuerdo a los tratamientos establecidos, siendo el área del ensayo 256m², con calles de 2 m de ancho para evitar el efecto de borde.

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia del Carchi, cantón Bolívar, parroquia Bolívar; cuenta con un área de 8802.66 ha, su rango de altitud va desde los 1800 msnm hasta los 3800 msnm, Las coordenadas en X son 842713 m y en Y 10057968 m (Ver Anexo 1).

3.2.1.1. Medio físico

Para caracterizar el medio físico se realizó un análisis general de clima, temperatura, precipitación, uso del suelo, cobertura vegetal y tipo de suelo mediante el uso de cartografías temática y con datos históricos del INAMHI (Ver Anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

3.2.2. Toma de muestras de suelo

Para iniciar el proceso se limpió la superficie del suelo descartando todo lo que sea rastrojos o restos de césped. Con una pala se efectuó una excavación en forma de “V”, de 15 a 20cm de profundidad, impidiendo que el suelo se desmorone. Se obtuvo una porción de 3cm de espesor. Se cortó un tajada de suelo de aproximadamente 3cm de ancho por todo el largo de la porción, en el sector central de la pala, eliminando los bordes laterales con un cuchillo. Posteriormente se depositó dentro del recipiente (Fig. 3.1) para mezclar con las otras submuestras.

Después de haber tomado las muestras se procedió a envasar en fundas herméticas, luego se realizó el etiquetado, tomando en cuenta datos del propietario, datos de la propiedad, datos del lote y se envió al laboratorio para realizar el análisis físico-químico.



Figura 3.1: Toma y mezcla de submuestras.

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

Para determinar la densidad aparente se utilizó un barreno para muestras no disturbadas el que se introdujo 15 cm aproximadamente de profundidad y se tomó directamente la muestra (Fig. 3.2), luego se colocó en una bolsa grande con el cilindro impidiendo que de esta forma se desmorone y la muestra se encuentre entera, se obtuvo el peso seco y húmedo en conjunto con el cilindro para llevar a la estufa y realizar el secado durante 24 horas a 105 °C para medir de esta forma la densidad aparente, utilizando la siguiente fórmula:

Peso del suelo seco = (Peso del recipiente + suelo) – (Peso del recipiente)

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso de suelo seco}}{\text{Volumen del cilindro}}$$



Figura 3.2 Muestra de densidad aparente con el barreno.

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

Para determinar la estructura y textura del suelo se tomó una porción (Fig. 3.3) con ayuda de un machete y se colocó en una funda.



Figura 3.3 Porción para determinar la textura y estructura del suelo.

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

3.2.3. Análisis de suelo

Previo a la roturación del suelo se realizó un análisis en la estación experimental Santa Catalina, para determinar las variables a ser medidas y comparadas dentro de la investigación. Se determinó amonio, pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, elementos menores como Ca, Mg, S y micronutrientes como Mn, Cu, Fe, Zn y B.

3.2.4. Roturación del suelo

En el sitio elegido se procedió a determinar el área necesaria para el estudio y se marcó con estacas, dejando un espacio suficiente que permita la labor de subsolado, en cangahua.

La roturación (Fig. 3.4), se la realizó mediante subsolado a 50 cm de profundidad se utilizó un bulldozer con caterpillar de tipo D4 a D8 en un periodo de 2 horas; luego con un tractor de dientes de 80 cm en el lapso de 1 hora, se procedió a remover el suelo que se encontraba previamente roturado para obtener de esta forma un suelo más menudo logrando que el suelo sea más manejable para incorporar el experimento.



Figura 3.4 Roturación del suelo.

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

3.2.5. Limpieza del área de estudio

Antes de la demarcación del ensayo se procedió a realizar la limpieza, retirando todo el material grueso (bloques de cangahua) que no permitía el uso adecuado del suelo, con ayuda de palas, pico y una carretilla.

3.2.6. Demarcación del ensayo

En un área de 256 m² se procedió a demarcar el terreno, se utilizó estacas y una piola para delimitar las 16 unidades experimentales, que constaban de tres tratamientos y un testigo con cuatro repeticiones, separando con calles de 2m de ancho para evitar el efecto de borde; se colocó los rótulos en cada unidad experimental para que puedan ser identificados, según el diseño propuesto (Fig. 3.5).



Figura 3.5 Demarcación del ensayo.

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

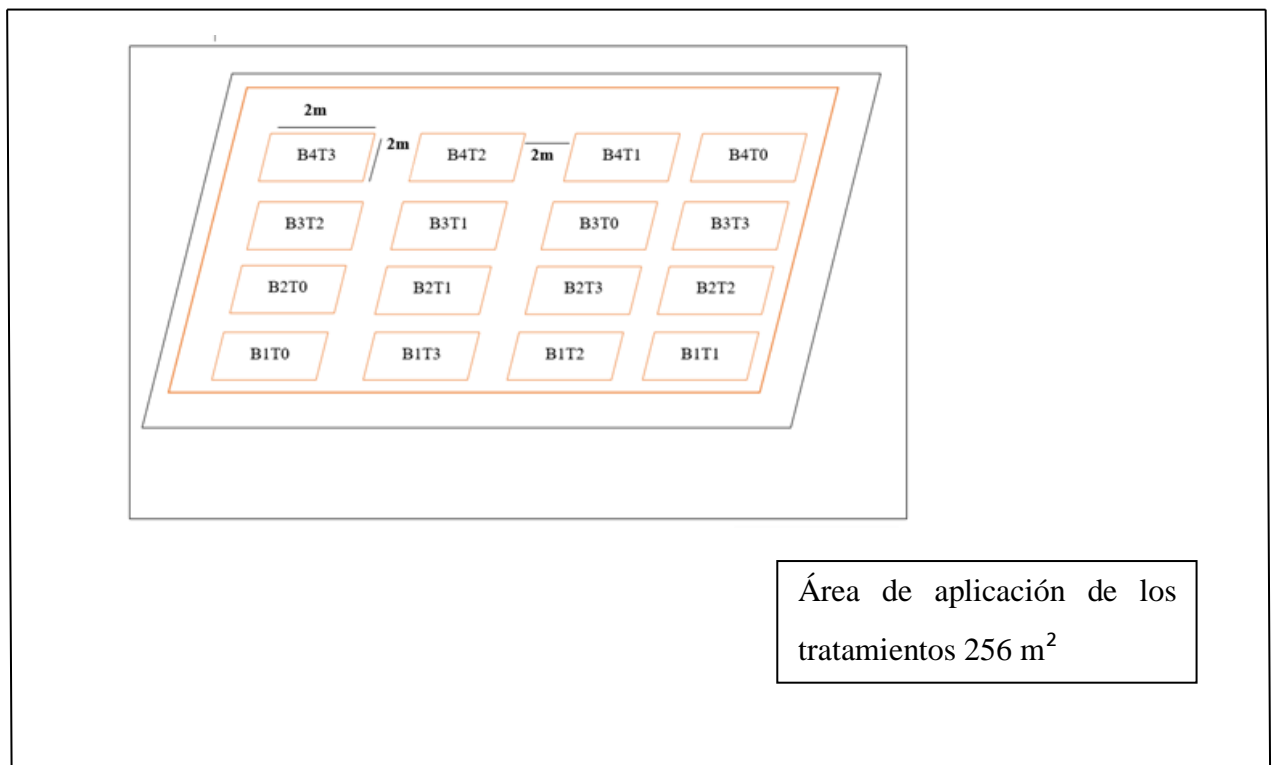


Figura 3.6 Distribución del diseño de campo

Fuente: D. Carlosama y R. Jiménez.

3.2.7. Siembra

Se pesó la semilla de acuerdo a lo establecido para cada unidad experimental como se indica a continuación en la Tabla 4, en cada parcela se procedió a la siembra de semillas leguminosas y gramíneas mediante el método manual al voleo y se cubrió con un rastrillo para tapar las semillas y de esta forma no sean arrastradas por el viento o la lluvia y puedan tener una mejor germinación.

3.2.8. Riegos

Se instaló un sistema de riego por aspersión, el cual fue utilizado después de la siembra y se continuó con un riego de tres veces a la semana, ya que la etapa inicial fue temporada seca y en el suelo roturado existe menos infiltración de agua, lo cual produce una alta percolación y por ese motivo es necesaria una mayor frecuencia de riego.

3.2.9. Incorporación de abonos verdes

Cuando el abono verde tenía alrededor del 60% de floración en las leguminosas, se cortó con una hoz y machete, se incorporó al suelo esparciendo por toda la parcela formando una especie de cama con una pequeña capa de tierra; después de una semana se removió para permitir que todo sea homogéneo. Se dejó descomponer por el lapso de tres meses aproximadamente para que mejore las propiedades físico-químicas de los suelos degradados.

3.3. Variables en el estudio y datos que se va a registrar

3.3.1. Valorar la producción de biomasa

Se procedió a cortar y registrar el peso de la producción de biomasa que se encontró en el interior del cuadrante de cada tratamiento al igual que la producción de materia seca tomado dos muestras por cada tratamiento y llevándolas a la estufa a 80° durante 24 horas.

3.3.2. Identificación de diferentes materiales vegetativos

En los diferentes cuadrantes del ensayo al momento de realizar la toma de muestra para determinación de la biomasa se identificó si existe la presencia de otro tipo de material vegetativo considerado como maleza el cual incide a la aportación de biomasa.

3.3.3. Análisis foliar

Se tomaron muestras de los tres tratamientos con abonos verdes, utilizando papel periódico para guardarlas y protegerlas del sol, realizado el respectivo etiquetado, fueron enviadas al laboratorio inmediatamente para ser analizadas.

3.3.4. Muestreo para el análisis químico del suelo

Transcurridos tres meses de incorporación de abonos verdes se realizó el muestreo del suelo de todas las unidades experimentales, tomando una submuestra de cada tratamiento por las cuatro repeticiones para conseguir una muestra general (Vargas y Valdivia, 2005). Estas muestras se enviaron al laboratorio para el respectivo análisis químico que permitió la efectividad de los abonos en estudio (Díaz, Franco y Campello, 1995). Los cambios que se obtuvieron en el análisis inicial y los tratamientos después del ensayo fueron evaluados mediante análisis cluster.

3.3.5. Diseño experimental

Se utilizó diseño de bloques al azar como se detalla en la Tabla 5, con cuatro repeticiones; aplicando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Media común.

τ_i = Efecto común de tratamiento.

β_j = Efecto de bloque.

ϵ_{ij} = Error experimental.

Tabla 3

ADEVA

FV	SC	GI	CM	FC
Bloque	$\Sigma Y^2_j/t - Fc$	n-1	SCB/GL	CMB/CME
Tratamiento	$\Sigma Y^2_i/in - Fc$	t-1	SCT/GL	CMT/CME
Error experimental	$(\Sigma \Sigma Y_{ij})^2 - \Sigma Y^2_j/t - \Sigma Y^2_i/n + Fc$	(n-1)(t-1)	SCE/GL	
Total	$(\Sigma \Sigma Y_{ij})^2 - Fc$	tn-1		

Fuente: D. Carlosama y R. Jiménez.

Donde:

FV= Fuentes de variación

SC= Suma de cuadrados

GL= Grados de libertad

CM= Cuadrado medio

FC= Fisher calculado

3.3.6. Especificaciones experimentales

Número de tratamientos: 3 (1) testigo

Número de repeticiones: 4

Número de unidades experimentales: 16

3.3.7. Características de la parcela

Forma de la parcela experimental: rectangular

Tipo de siembra: Voleo

Área de la parcela: 4m²

Distancia entre parcelas: 2m

Distancia entre bloques: 2m

Área total del ensayo: 256m²

3.3.8. Tratamientos utilizados en el ensayo.

Tabla 4

Cantidad de semilla utilizada

Tratamientos	Semilla
T1	4,5 kg de vicia (<i>Vicia sativa</i>) + 2.5kg de avena (<i>Avena sativa</i>)
T2	5 kg de habilla (<i>Vicia faba</i>) + 5 kg de vicia (<i>Vicia sativa</i>)
T3	2,5 kg de raygrass (<i>Lolium multiflorum</i>) +2,5 kg de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)
Testigo	Vegetación espontánea del sitio

Fuente: D. Carlosama y R. Jiménez.

Tabla 5*Diseño de bloques al azar*

B1	T1	T2	T3	T0
B2	T2	T3	T0	T1
B3	T3	T0	T1	T2
B4	T0	T1	T2	T3

Fuente: D. Carlosama y R. Jiménez.

3.4. Elaboración de estrategias de manejo y conservación de suelos.

Las estrategias de manejo y conservación de suelos se las realizó con base en los resultados obtenidos de este estudio mediante el subsolado y el uso de abonos verdes identificando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en una matriz FODA.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción cartográfica

El área de estudio posee un clima ecuatorial mesotérmico semi- húmedo, una temperatura media anual de entre 12 y 13 °C, con una precipitación anual mínima de 650 mm y máxima de 850 mm; en el estado actual del suelo podemos encontrar área poblada, bosque nativo, cultivo natural, cultivo permanente, cultivo semi-permanente, infraestructura, mosaico agropecuario, natural, páramo, pastizal, plantación forestal y vegetación arbustiva, en cuanto a cobertura vegetal se observa bosque, cuerpo de agua y zona antrópica; el tipo de suelo (Tabla 6), es Durustoll (Ver Anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

Tabla 6

Taxonomía de suelos del cantón Bolívar

ORDEN	SUBORDEN	GRANGRUPO	AREA (ha)	AREA %
MOLLISOL	USTOLL	DURUSTOLL	6984,00	79,34
	UDOLL	ARGIUDOLL	543,89	6,18
	UDOLL+USTOLL	HAPLUDOLL+ARGIUSTOLL	690,27	7,84
INCEPTISOL	ANDEPT	DYSTRANDEPT	466,61	5,30
		HYDRANDEPT	82,97	0,94
ENTISOL	ORTHENT	USTORTHENT	34,93	0,40
TOTAL			8802,67	100,00

Fuente: D. Carlosama y R. Jiménez.

4.2. Cambios generados en las propiedades físico-químicas de los suelos por la incorporación de tres tipos de abonos verdes.

Los resultados de los parámetros analizados mediante análisis cluster al inicio y final del estudio (Tabla 7), indican que existe incremento de NH₄, Ca, MO y Nitrógeno total en la mayoría de los tratamientos, mientras que el P, K, Mg y pH disminuyeron levemente, se notó una gran disminución en algunos elementos como el S, Zn, Cu, Fe y

Mn, en cuanto al B todos los tratamientos a excepción del inicial tienen los mismos valores.

Mediante el uso de análisis cluster se estableció las diferencias, entre el análisis inicial del suelo y los tratamientos luego de haber incorporado los abonos verdes.

Tabla 7

Resultados de los análisis iniciales y finales de los suelos.

Parámetro	Unidad	Tratamientos				
		Inicial	T0	T1	T2	T3
NH₄	ppm	1,40	9,20	5,10	22,00	8,60
Fósforo	ppm	6,00	6,20	4,60	3,00	5,70
Azufre	ppm	26,00	6,50	2,20	3,10	1,90
Potasio	meq/100ml	1,10	0,77	0,69	0,64	0,72
Calcio	meq/100ml	10,50	11,10	12,00	10,40	11,50
Magnesio	meq/100ml	4,20	3,30	3,30	3,40	3,50
Zinc	ppm	4,70	0,3	0,20	0,30	0,40
Cobre	ppm	6,10	0,9	0,90	1,00	0,80
Hierro	ppm	51,00	29,0	35,00	32,00	28,00
Manganeso	ppm	4,70	0,4	0,50	0,40	0,80
Boro	ppm	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20
pH		8,88	8,67	8,43	8,41	8,26
Materia orgánica	%	0,10	0,60	0,70	0,50	0,70
Nitrógeno total	%	0,04	0,09	0,06	0,21	0,21

Fuente: INIAP (Análisis de propiedades físicas y químicas del suelo)

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

- **Amonio en el suelo**

En cuanto al NH₄ (Fig. 4.1), se observó que el T0 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que menor valor de NH₄ presentaron, mientras el T1 con el análisis inicial tuvo una similitud, teniendo en cuenta que en el T1 se evidenció un mayor incremento de NH₄; el T2 no tiene similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados, por su elevado incremento de NH₄.

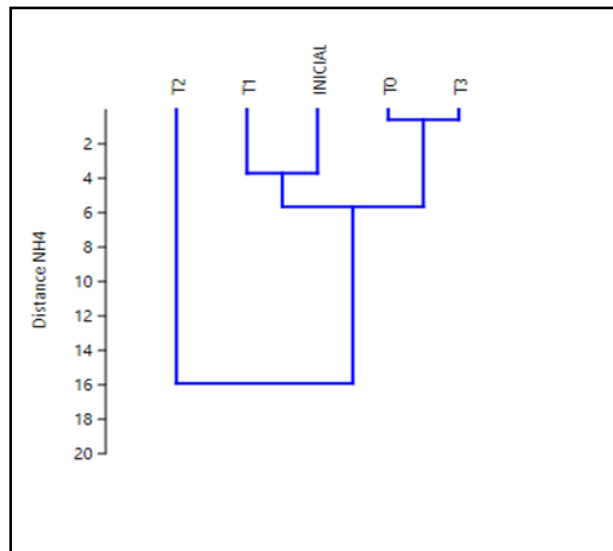


Figura 4.1: Concentración de Amonio en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Fósforo en el suelo**

En cuanto al fósforo (Fig. 4.2) se observó que el T0 con el análisis inicial tuvo mayor incremento de P, mientras que en el T3 se evidenció una leve disminución de P, seguido por el T1 y el T2 que registran mayor disminución de P y no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados.

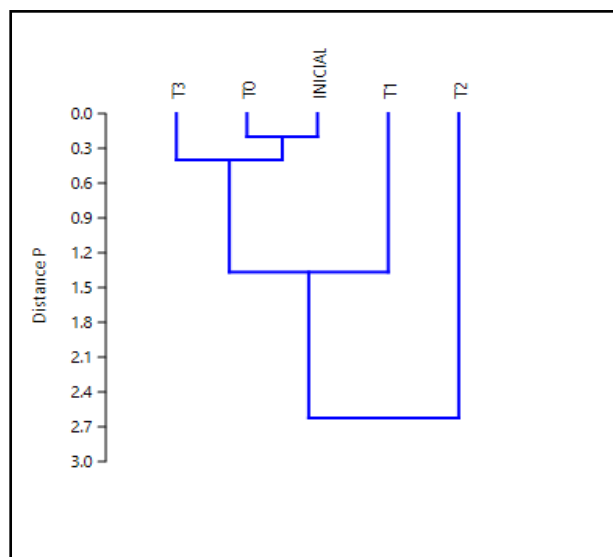


Figura 4.2: Concentración de Potasio en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Azufre en el suelo**

En cuanto al azufre (Fig. 4.3) se observó que el T1 y el T3 fueron estadísticamente similares, mientras que el T2 tuvo un incremento leve de S, seguido del T0; los tratamientos antes citados tuvieron una gran disminución de S en comparación con el análisis inicial.

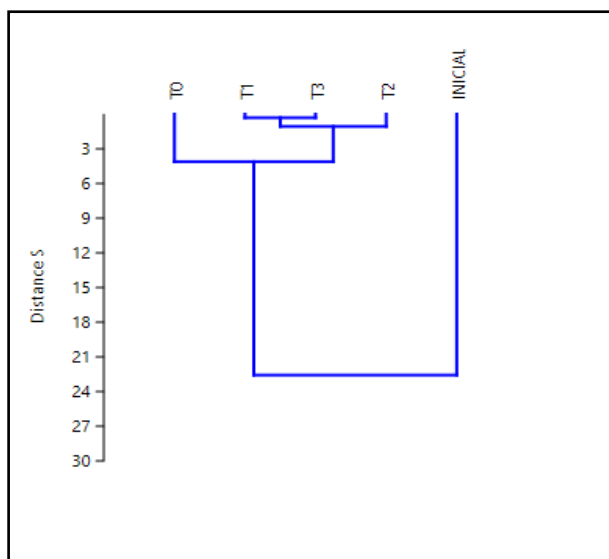


Figura 4.3: Concentración de Azufre en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Potasio en el suelo**

En cuanto al potasio (Fig. 4.4), se observó que el T1 y el T3 fueron estadísticamente similares, mientras que el T0 tuvo un incremento leve de K, seguido del T2; los tratamientos antes citados tuvieron una gran disminución de K en comparación con el análisis inicial.

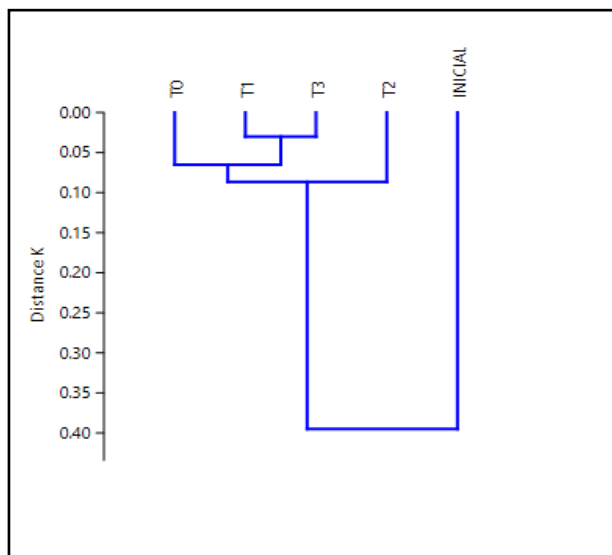


Figura 4.4: Concentración de Potasio en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Calcio en el suelo**

En cuanto al calcio (Fig. 4.5), se observó que el T2 con el análisis inicial y el T0 y T3 fueron estadísticamente similares, mientras que el T1 fue el que mayor incremento de Ca tuvo, no tiene ninguna similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados.

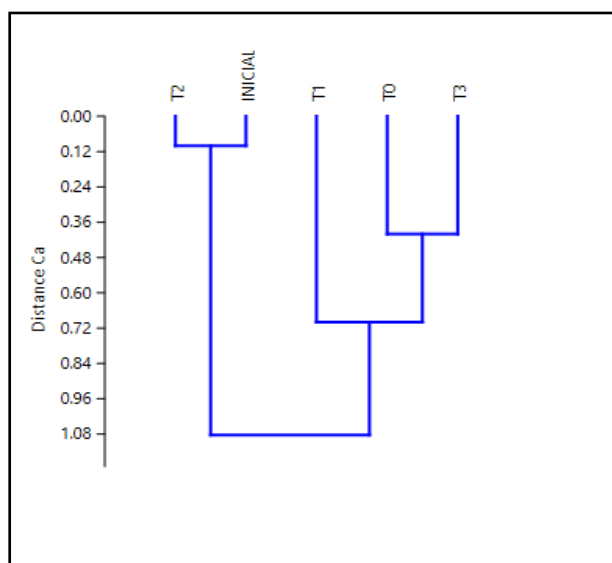


Figura 4.5: Concentración de Calcio en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Magnesio en el suelo**

En cuanto al magnesio (Fig. 4.6) se observó que el T0 y el T1 tuvieron los mismos valores matemáticos; el T2 y T3 fueron estadísticamente similares, los tratamientos antes citados tuvieron una gran disminución de Mg en comparación con el análisis inicial.

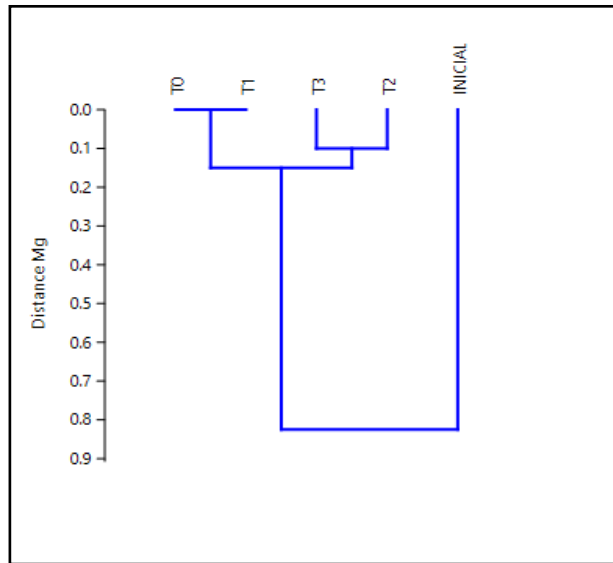


Figura 4.6: Concentración de Magnesio en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Zinc en el suelo**

En cuanto al zinc (Fig. 4.7) se observó que el T0 y el T2 tuvieron los mismos valores matemáticos, mientras que el T1 tuvo un incremento leve de Zn, seguido del T3; los tratamientos antes citados registraron gran disminución de Zn en comparación con el análisis inicial.

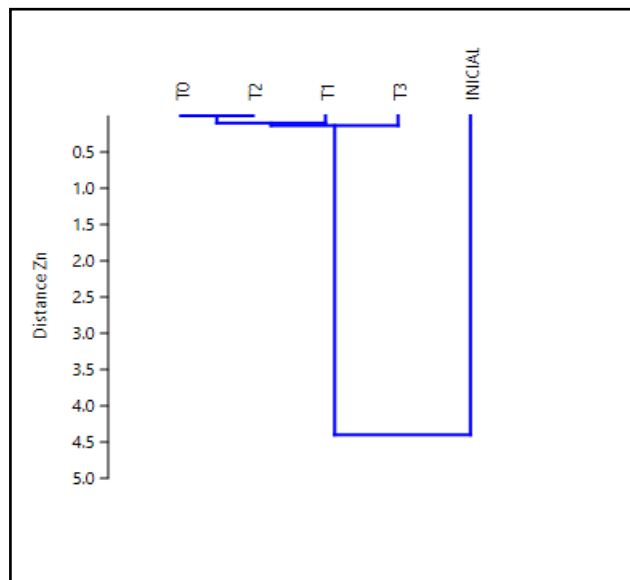


Figura 4.7: Concentración de Zinc en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Cobre en el suelo**

En cuanto al cobre (Fig. 4.8), se observó que el T0 y T1 tuvieron los mismos valores matemáticos, mientras que el T2 registró un incremento leve de Cu, seguido del T3; los tratamientos antes citados tuvieron una gran disminución de Cu en comparación con el análisis inicial.

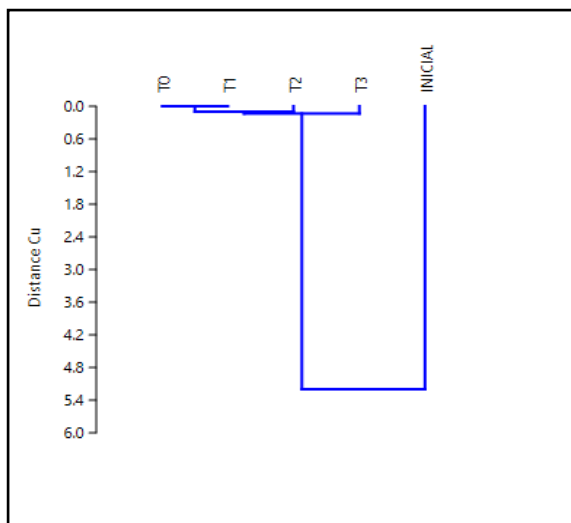


Figura 4.8: Concentración de Cobre en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Hierro en el suelo**

En cuanto al hierro (Fig. 4.9), se observó que el T0 y T3 y el T1 y T2 fueron estadísticamente similares, los tratamientos antes citados tuvieron una gran disminución de Fe en comparación con el análisis inicial.

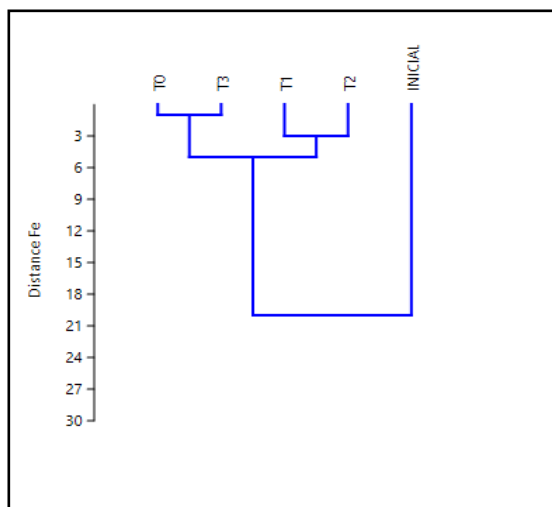


Figura 4.9: Concentración de Hierro en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Manganeso en el suelo**

En cuanto al manganeso (Fig. 4.10) se observó que el T0 y T2 registraron los mismos valores matemáticos, mientras que el T1 tuvo un incremento leve de Mn, seguido del T3; los tratamientos antes citados tuvieron una gran disminución de Mn en comparación con el análisis inicial.

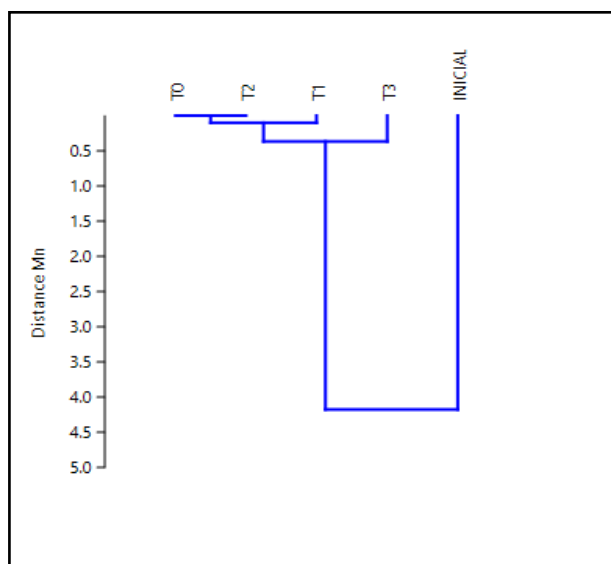


Figura 4.10: Concentración de Manganeso en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Boro en el suelo**

En cuanto al boro (Fig. 4.11) se observó que el T0, T1, T2 y T3 tuvieron los mismos valores matemáticos, los tratamientos antes citados registraron disminución de B en comparación con el análisis inicial.

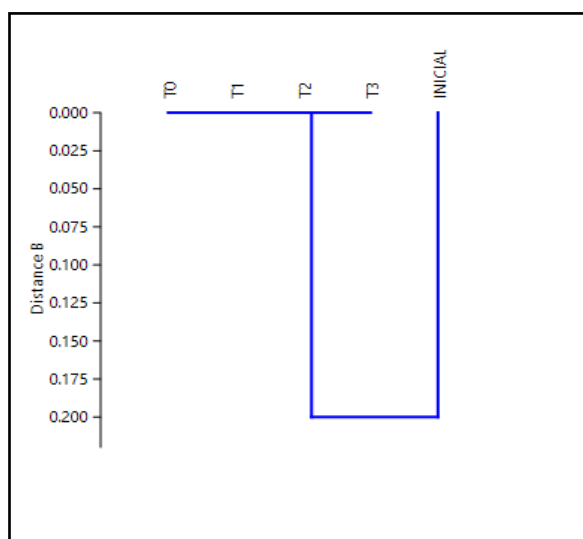


Figura 4.11: Concentración de Boro en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **pH en el suelo**

En cuanto al pH (Fig. 4.12), se observó que el T1 y T2 fueron estadísticamente similares y los de menor valor, mientras que el T3 tuvo un leve incremento de pH; los tratamientos antes citados registraron disminución de pH en comparación con el análisis inicial y el T0 fueron los de mayor valor.

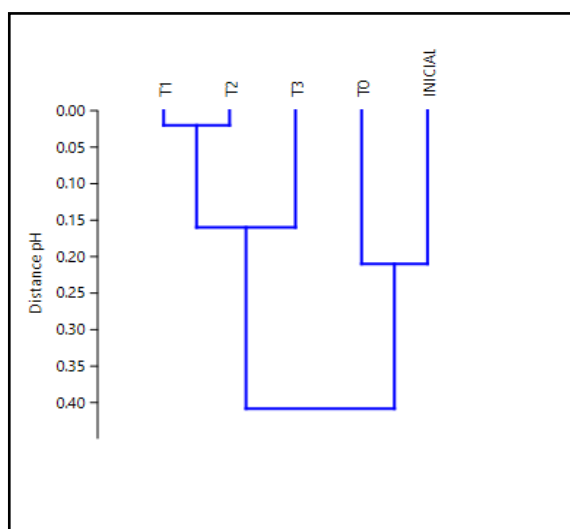


Figura 4.12: Concentración de pH en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Materia orgánica en el suelo**

En cuanto a la Materia orgánica (Fig. 4.13), se observó que el T1 y T3 tienen los mismos valores matemáticos y un mayor incremento, seguidos por T0 y T2 con valores estadísticamente similares, mientras que el análisis inicial es el que representa menor valor de MO y no es igual a ninguno de los otros tratamientos antes citados.

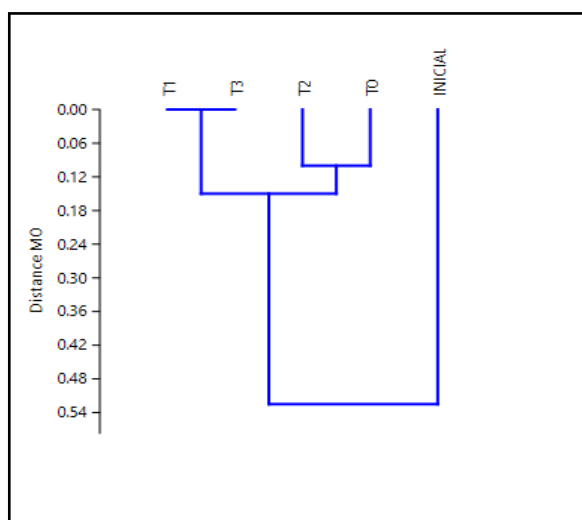


Figura 4.13: Concentración de Materia Orgánica en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Nitrógeno Total en el suelo**

En cuanto al nitrógeno total (Fig. 4.14), se observó que el T2 y T3 tuvieron los mismos valores matemáticos y mayor incremento, seguidos por T1 y el análisis inicial que fueron estadísticamente similares, mientras que el T0 se encontró en un rango medio entre los otros tratamientos y no fue igual a ninguno.

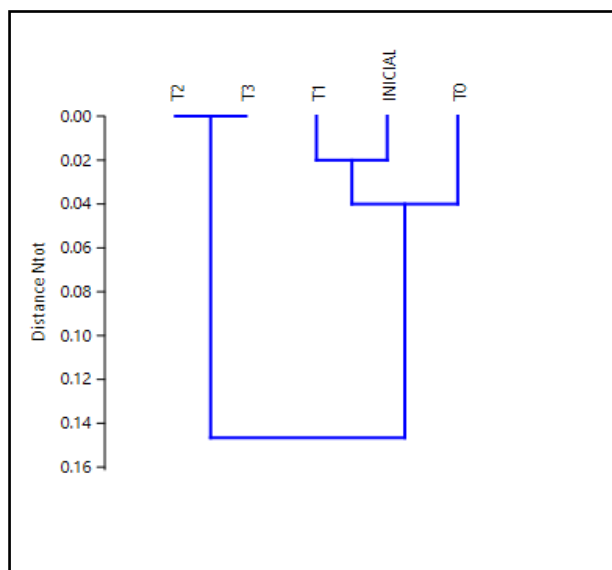


Figura 4.14: Concentración de nitrógeno total en el suelo al inicio y al final del estudio.

Suleiman, Schulze y Tran (2013), indican que las acumulaciones de N, P, K y S, son mayores en leguminosas ya que para obtener fijación de N, estas especies presentan un mayor requerimiento de elementos como el P, K y S a diferencia de otros elementos que solo absorben N de la solución del suelo.

Según Aguilar (2016), al realizar la incorporación de biomasa el pH incrementó, mientras que en los resultados obtenidos en este estudio el pH disminuyó en comparación con el análisis inicial antes de haber incorporado la biomasa.

De acuerdo con lo manifestado por Carrasco, Squella y Rojas (2003), el 95% de nitrógeno forma parte de la materia orgánica que se encuentra en el suelo, por lo tanto en un suelo de condiciones pobres entre más incremento de nitrógeno total produzcan las plantas existe más aporte de materia orgánica.

El incremento de materia orgánica en suelos pobres es beneficioso para las propiedades físicas según Cepeda (1991), ya que la estructura del suelo favorece a la formación de agregados individuales, reduce la agregación global del suelo y disminuye la plasticidad. En suelos de textura gruesa mejora la infiltración del agua.

4.3. Determinación de la biomasa y calidad nutricional de los abonos verdes (*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Vicia faba*, *Vicia sativa*, *Lolium multiflorum*).

4.3.1. Producción de Biomasa

Tabla 8

Adeva de producción de biomasa kg/m²

F.V.	SC	gl	CM	FC		Fa_{0,05}	Fa_{0,01}
BLOQUE	12,21	3	4,07	0,70	ns	4,76	9,78
TRATAMIENTO	22,25	2	11,13	1,90	ns	5,14	10,9
Error	35,05	6	5,84				
Total	69,51	11					
CV= 28,88							

ns: no significativo

CV: coeficiente de variación

En el análisis de varianza (Tabla 8), realizado tanto en bloques como en tratamientos se encontró que no existe diferencia significativa, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa de que los tratamientos son diferentes y se acepta la hipótesis nula en vista de que los tratamientos son estadísticamente similares. El coeficiente de variación fue de 28,88 que indica que existe relativa homogeneidad en esta variable.

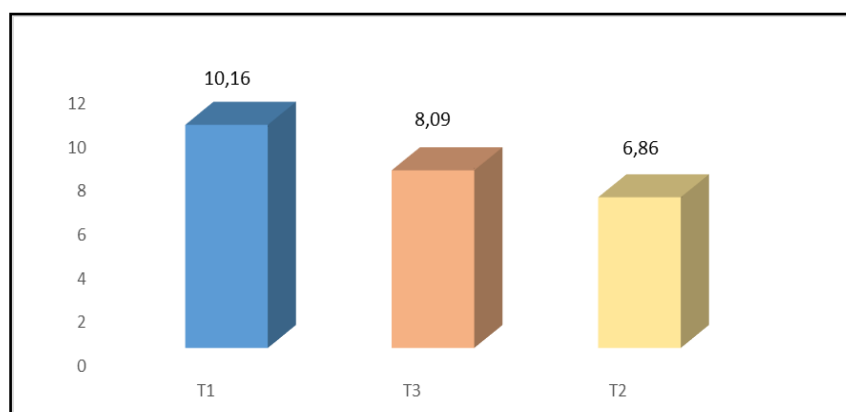


Figura 4.15: Producción de biomasa en kg/m²

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Fig. 4.15), no se ha detectado diferencias entre los tratamientos investigados, cabe destacar que si bien no existe diferencias estadísticas, matemáticamente el T1 (vicia + avena) es el que mejor producción tuvo, respaldando lo mencionado por Chancosa y Viana (2015), que indican que los mejores resultados presentan la mezcla generalmente de gramíneas y leguminosas, ya que aportan una gran cantidad de biomasa en comparación con los otros tratamientos.

En lo que se refiere a la producción de biomasa, Moreno (2009), determina que cuanto mayor sea ésta, habrá una elevada población macro y microbiana en el suelo.

4.3.2. Producción de materia seca kg/m²

Tabla 9

Adeva de producción de materia seca kg/m²

F.V.	SC	GI	CM	FC		F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
BLOQUE	1,57	3	0,52	1,11	ns	4,76	9,78
TRATAMIENTO	1,07	2	0,53	1,13	ns	5,14	10,9
Error	2,83	6	0,47				
Total	5,47	11					

CV= 26,65

ns: no significativo

CV: coeficiente de variación

En el análisis de varianza (Tabla 9), realizado para la producción de materia seca se establece que tanto para bloques como para tratamientos se encontró que no existe diferencia significativa, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa de que los tratamientos son diferentes y se acepta la hipótesis nula en vista de que los tratamientos son estadísticamente similares. El coeficiente de variación fue de 26,65 que indica que existe relativa homogeneidad en esta variable.

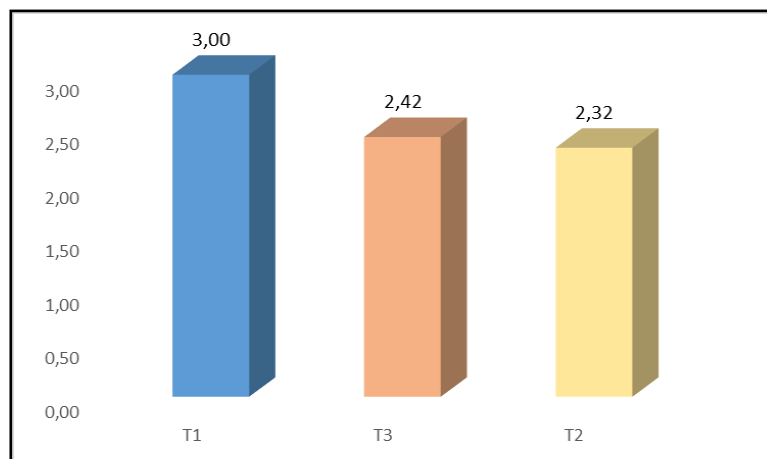


Figura 4.16: Producción de materia seca en kg/m²

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Fig. 4.16), no se ha detectado diferencias entre los tratamientos investigados, cabe destacar que si bien no existe diferencias estadísticas, matemáticamente el T1 (vicia + avena) es el que mejor producción de materia seca posee al igual que en el estudio realizado por Chancosa y Viana (2015), en donde se observó también que el de menor valor obtenido fue el tratamiento en donde se aplicó habilla.

4.2.2. Análisis Foliar

Los resultados de los parámetros analizados mediante análisis cluster de los tratamientos del estudio indicaron que existe un incremento de P, K, Ca, S, B, Zn y Cu en el T1, se notó un incremento de N, Fe y Mn en el T2, en cuanto al Mg todos los tratamientos tuvieron los mismos valores (Tabla 10).

Tabla 10

Resultado del análisis foliar de los abonos verdes

Parámetro	Unidad	Tratamientos		
		T1	T2	T3
Nitrógeno	%	2,64	3,21	3,06
Fósforo	%	0,29	0,12	0,21
Potasio	%	1,88	1,23	1,47
Calcio	%	1,06	0,41	0,67
Magnesio	%	0,01	0,01	0,01
Azufre	%	0,18	0,16	0,16
Boro	ppm	8,70	0,01	2,60
Zinc	ppm	32,60	23,90	17,50
Cobre	ppm	9,70	6,70	5,20
Hierro	ppm	463,50	1265,00	432,10
Manganeso	ppm	47,40	84,40	19,70

Fuente: INIAP (Análisis foliar de abonos verdes)

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez

- **Nitrógeno en la planta**

En cuanto al nitrógeno (Fig. 4.17), se observó que el T2 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis los que presentaron mayor porcentaje de N, mientras el T1 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados, por la disminución de N que existe.

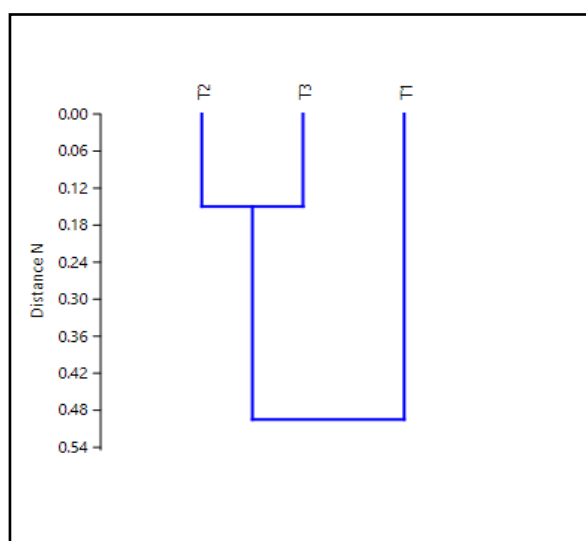


Figura 4.17: Concentración de Nitrógeno presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Fósforo en la planta**

En cuanto al fósforo (Fig. 4.18), se observó que el T1 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que mayor porcentaje de P presentaron, mientras que el T2 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados por ser el de menor porcentaje.

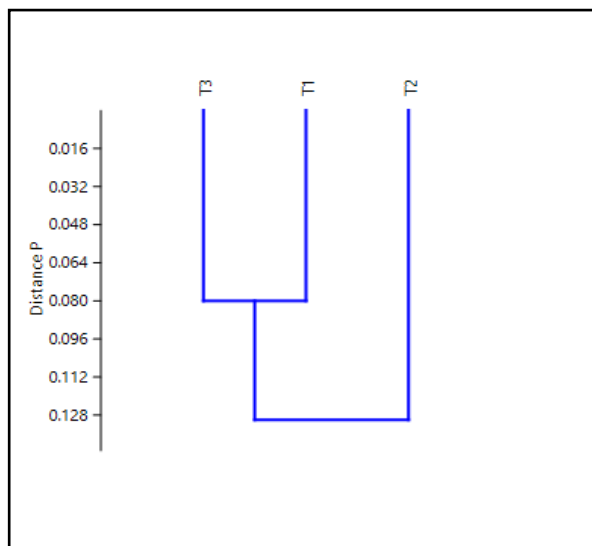


Figura 4.18: Concentración de Fósforo presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Potasio en la planta**

En cuanto al potasio (Fig. 4.19), se observó que el T2 (habilla más raygrass) y T3 (Vicia más cebada) fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que menores porcentajes de K presentaron, mientras que el T1 (vicia más avena) no tuvo similitud con ninguno de los tratamientos antes citados por ser el de mayor porcentaje.

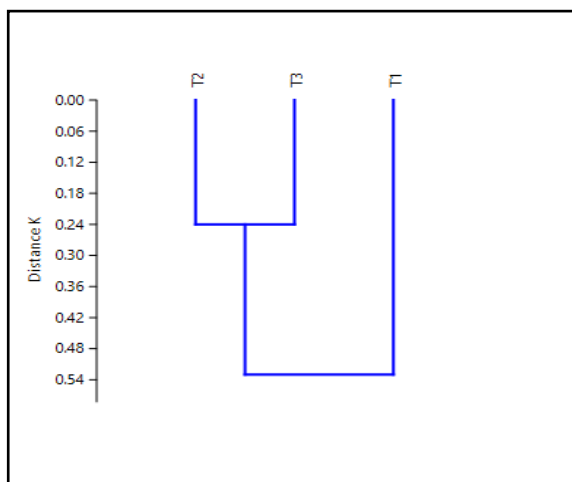


Figura 4.19: Concentración de Potasio presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Calcio en la planta**

En cuanto al calcio (Fig. 4.20), se observó que el T2 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que menor porcentaje de Ca presentaron, mientras que el T1 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados por ser el de mayor porcentaje

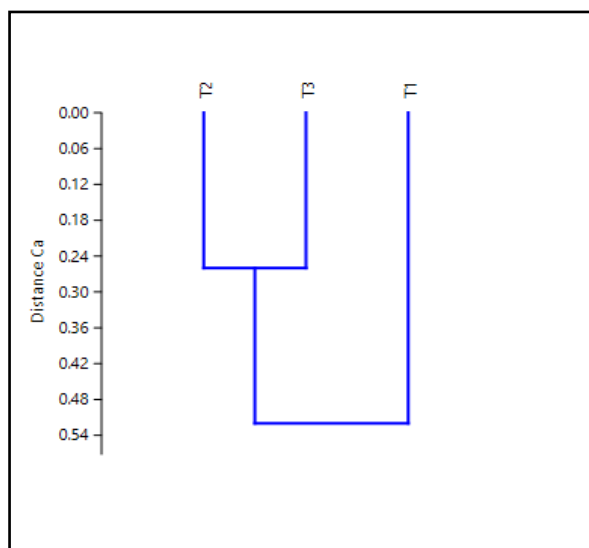


Figura 4.20: Concentración de Calcio presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Azufre en la planta**

En cuanto al azufre (Fig. 4.21), se observó que T2 y T3 tuvieron los mismos porcentajes, mientras que T1 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados por ser el de mayor porcentaje.

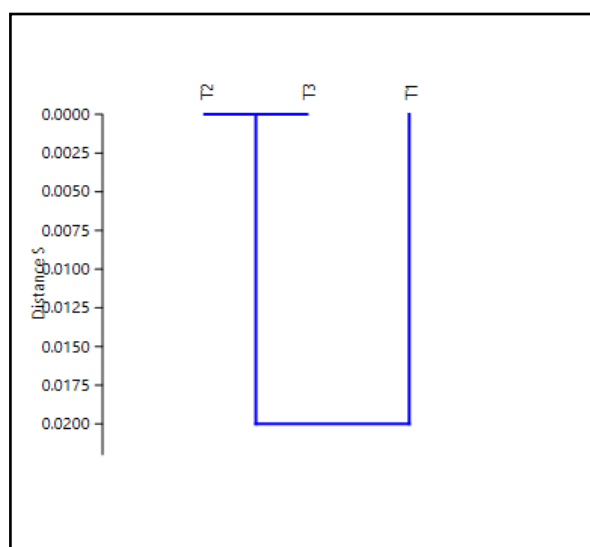


Figura 4.21: Concentración de Azufre presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Boro en la planta**

En cuanto al boro (Fig. 4.22), se observó que T2 y T3 fueron los que menor valor presentaron, teniendo en cuenta que en el T2 existe una gran disminución de B, mientras que T1 no tuvo ninguna similitud con los tratamientos antes citados por ser el de mayor valor.

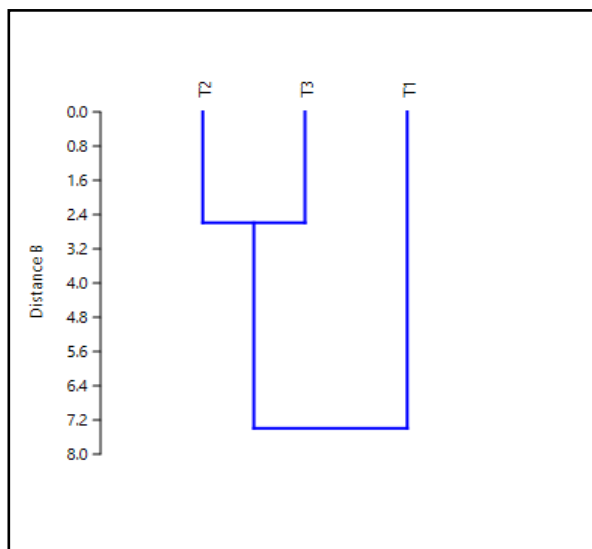


Figura 4.22: Concentración de Boro presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Zinc en la planta**

En cuanto al zinc (Fig. 4.23), se observó que T2 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que menor porcentaje de Zn presentaron, mientras que el T1 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados por ser el de mayor valor.

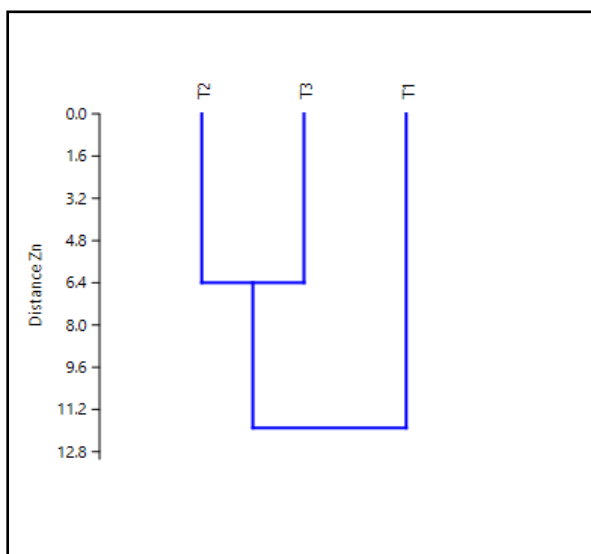


Figura 4.23: Concentración de Zinc presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Cobre en la planta**

En cuanto al cobre (Fig. 4.24), se observó que el T2 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que menor porcentaje de Cu presentaron, mientras que el T1 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados por ser el de mayor valor.

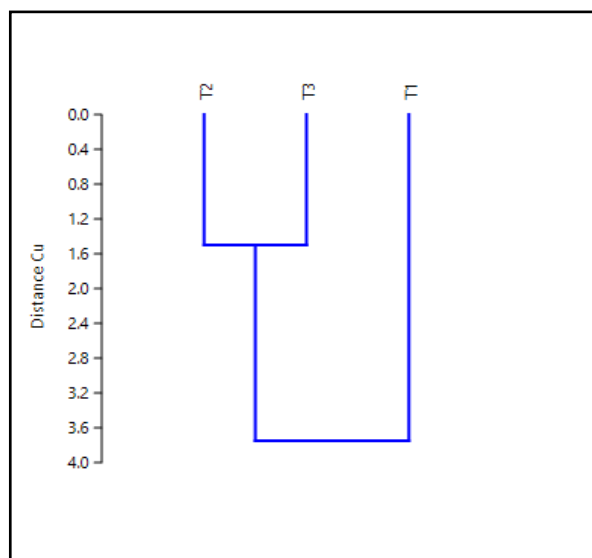


Figura 4.24: Concentración de Cobre presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Hierro en la planta**

En cuanto al hierro (Fig. 4.25), se observó que T1 y T3 fueron estadísticamente similares, mientras que el T2 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados por ser el de mayor valor.

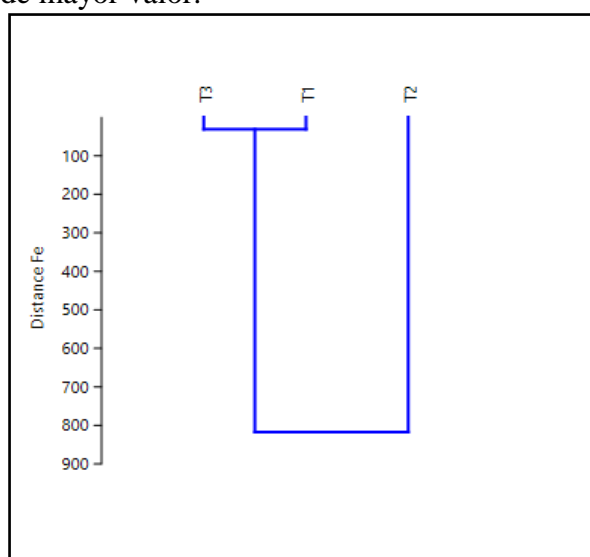


Figura 4.25: Concentración de Hierro presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

- **Manganeso en la planta**

En cuanto al manganeso (Fig. 4.26), se observó que T1 y T3 fueron los que menor valor presentan, teniendo en cuenta que en el T3 existió una gran disminución de Mn, mientras que T2 no tuvo ninguna similitud con los tratamientos antes citados por ser el de mayor valor.

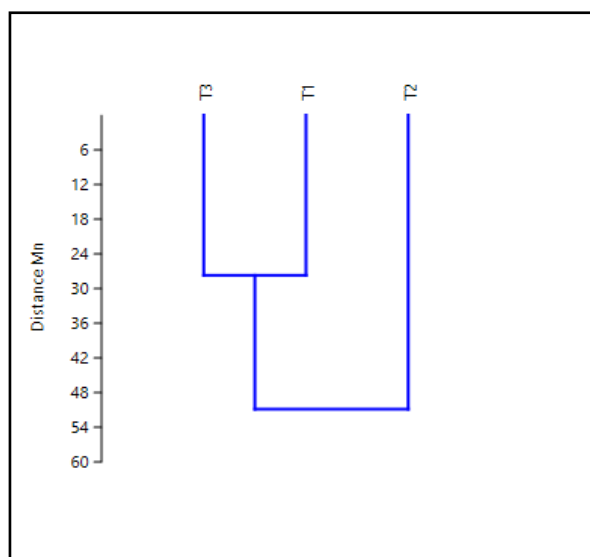


Figura 4.26: Concentración de Manganeso presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

Los tratamientos con vicia presentan disminución en el porcentaje de nitrógeno, según Romero (2010), esto se debe a que la riqueza de nitrógeno en las leguminosas puede aumentar si se encuentran en estado de floración. Por lo tanto gran parte del nitrógeno se incorpora al suelo.

Según Chancosa y Viana (2015) la habilla (*Vicia faba*) representó mayor aporte de Mg, mientras que en este estudio los valores fueron iguales en los tres tratamientos utilizados.

Cerveñansky (2011), indica que el requerimiento de S para las leguminosas es menor que para las gramíneas ya que estas tienen mayor tasa de absorción por lo que emplean de mejor manera este elemento.

4.3. Estrategias de manejo y conservación de suelos con el uso de abonos verdes.

Mediante la propuesta de estrategias de manejo y conservación de suelos con la información obtenida en el área de estudio. Se debe iniciar por generar estrategias que mejoren la problemática encontrada en este sitio y así poder darle una solución a este problema que es evidente en la zona.

Datos generales de la propuesta

A continuación se puntualizan los datos generales de la propuesta de estrategias y conservación de suelos sobre el uso de abonos verdes.

Diagnóstico y problema

Puntualizar la situación actual de los suelos degradados en la comunidad Puntalés y los problemas que se evidencia en la zona.

Descripción de la situación actual del área

Los suelos a nivel del Cantón Bolívar presentan una serie de problemas, físicos químicos y biológicos, entre ellos se evidencia la escases de cobertura vegetal y el constante laboreo lo cual incide a que la economía sea vulnerable.

Identificación, descripción y diagnóstico del problema

La parroquia Bolívar tienen un relieve con pendientes en la mayoría de casos muy pronunciadas y suelos con severos grados de erosión, esto se debe a la alta presión generada por actividades agrícolas, la escases de cobertura vegetal y la escorrentía eólica. La progresividad en cuanto a la degradación de suelo en esta zona ha conducido a que exista un rendimiento bajo en cuanto a la conservación de suelos y por lo tanto no existe repercusión económica ni social.

Las investigaciones de abonos verdes en el país son muy escasas debido a que no se ha identificado especies vegetales o formulaciones de mezclas que sean recomendadas para recuperar suelos degradados en un alto porcentaje, también se puede mencionar que el uso de abonos verdes no se lo realiza en función de clima o de la zona en donde exista este tipo de suelo.

Los resultados obtenidos en campo, laboratorio y el análisis estadístico han permitido conocer la potencialidad de las especies estudiadas en la investigación y el efecto en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. La información obtenida genera una oportunidad para recuperar gran parte de suelos degradados en la parroquia Bolívar y en otras áreas con condiciones similares.

Es por eso que se plantea como prioridad la conservación y uso sostenible del suelo, con la inserción de tecnologías ambientales limpias, así como la prevención, mitigación de la contaminación y manejo de técnicas en base al tipo de suelo.

Matriz FODA

Se elaboró la matriz FODA (Tabla 11), con el fin de encontrar los elementos más relevantes para así poder iniciar la propuesta de estrategias de conservación de suelos. El fin de utilizar esta herramienta permitió establecer fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas del sitio de investigación. En el siguiente cuadro se describe los elementos FODA analizados para los suelos degradados de la parroquia Bolívar.

Tabla 11

Elementos de la matriz FODA analizados para los suelos degradados de la parroquia Bolívar.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">✓ Algunos pobladores están interesados en la recuperación de los suelos degradados mediante técnicas que no sea nocivas con el medio ambiente✓ Asociar los abonos verdes entre leguminosas y gramíneas y de esta manera obtener un mejor resultado.✓ Una vez realizado el ensayo se pudo observar que existió el aumento de materia orgánica.	<ul style="list-style-type: none">✓ El marco legal Ecuatoriano promueve el derecho a vivir en un ambiente sano, preservación del ambiente la conservación de los ecosistemas, la recuperación de los espacios naturales degradados.✓ Los población dentro del área de estudio se encuentra interesada en mejorar la calidad del suelo✓ Las entidades públicas pueden aportan con el mejoramiento de los suelos.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">✓ Muchas veces los sistemas técnicamente apropiados no son factibles debido a la falta de recursos económicos de los habitantes.✓ Desconocimiento de prácticas ambientales.✓ No existen sistemas de riego.	<ul style="list-style-type: none">✓ Escasa cobertura vegetal y baja infiltración.✓ Deficiencia y desequilibrio nutricional de estos suelos.✓ Son suelos altamente ácidos.

Estrategia 1: Realizar recuperación de suelos degradados mediante el proceso de subsolado.

Estrategia 2: Implementar la incorporación de abonos verdes en suelos degradados de la comunidad de Puntalés.

Estrategia 3: Generar opciones para la recuperación del suelo mediante técnicas más amigables con el ambiente.

Objetivos de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se planteó un objetivo general y dos objetivos específicos.

Objetivo general

Elaborar estrategias de manejo que aporten al uso adecuado de suelos en la comunidad de Puntalés.

Objetivos específicos

- ✓ Explicar cada una de las estrategias planteadas.
- ✓ Implementar prácticas de manejo adecuadas para los suelos degradados de Puntalés.

Estrategias de ejecución

Estrategia 1: Realizar la recuperación de suelos degradados mediante el proceso de subsolado.

El proceso de subsolado tiene como ventaja principal el romper capas compactadas y aflojar el suelo; también mejora su drenaje, así se obtiene mayor rendimiento para tener una óptima recuperación del recurso (Rodríguez, 1995).

Estrategia 2: Implementar la incorporación de abonos verdes en suelos degradados de la comunidad de Puntalés.

La función principal de los abonos verdes es complementar la nutrición de los cultivos próximos, a través la fijación de nitrógeno de esta manera permite que los cultivos

tengan a su disponibilidad nutrientes que serían inaccesibles o se perderían, mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Guzmán y Alonso, 2001).

Los objetivos de la siembra de abonos verdes según MAGAP (2017), son los siguientes:

- Incorporar materia orgánica.
- Mantener y mejorar la fertilidad del suelo.
- Disminuir la escorrentía, erosión y mejorar la infiltración.
- Aumentar la capacidad de retención de humedad.
- Mejorar la agregación y estructura del suelo.

Se pueden utilizar como productoras de abonos verdes diferentes especies, pero las más empleadas para este fin son las leguminosas y gramíneas (Flores, 2009).

Estrategia 3: Generar opciones para la recuperación del suelo mediante técnicas más amigables con el ambiente.

La rotación de cultivos ayuda a mejorar las propiedades del suelo ya que aporta materia orgánica y reduce el índice de plagas, enfermedades, controlando malezas (Peralta, 2010).

Sus principales objetivos son:

- Lograr la ocupación máxima del suelo en espacio y tiempo.
- Mantener una cobertura permanente para disminuir la erosión.
- Mantener y mejorar la fertilidad del suelo.
- Reducir los efectos negativos del clima

Los principios de una buena rotación de cultivos Según el MAGAP (2017), son:

- Realizar siembras tempranas y con alta densidad.
- Elegir el cultivo más denso para la época de mayor precipitación.

- Propiciar el crecimiento alternado de cultivos con diferentes profundidades pueden ser (zanahoria, remolacha, rábanos, lechuga, brócoli, papa, frejol, cebolla).
- Alternar cultivos como maíz, trigo, cebada, con cultivos que mejoren la fertilidad de las leguminosas como fréjol, haba.

META	CONCEPTUALIZACIÓN DE LA META	COMPONENTE	HITO	PLAZO	ACTIVIDAD	RESPONSABLE Y ACTORES	PRINCIPALES INDICADORES	PREPUSUPUESTO
MEJORAR LA ESTRUCTURA Y PERMEABILIDAD DEL SUELO	Romper capas duras y compactas de suelo para mejorar la infiltración de agua y retener nutrientes	Roturación	Ruter	Mes 4	Demarcación del área en la cual se realizará el ruteado con estacas	Propietario del predio, comunidad de Puntalés	El suelo es menos compacto y tiene una textura diferente	\$ 500,00
					Realizar un subsolado de 50 cm de profundidad con caterpillar de tipo D4 a D8			
					Remoción del suelo mediante un tractor con dientes de 80cm para lograr de esta forma un suelo más manejable			
MEJORAR LAS PROPIEDADES QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL SUELO	Mejorar el balance de nitrógeno en el suelo y aumentar la materia orgánica para tener un suelo apto para la agricultura	Abonos verdes	Siembra de abonos verdes (<i>Vicia sativa</i> más <i>Avena sativa</i>)	Mes 3	Pesar la semilla de acuerdo a lo establecido para cada unidad experimental	Propietario del predio, pobladores de Puntalés	Generación de cobertura vegetal	\$ 160,00
					Realizar la siembra de la mezcla de especies de gramíneas con leguminosas al voleo			
					Realizar riegos continuos para la germinación exitosa de las semillas			
		Incorporación de abonos verdes	Mes 3	Cortar el abono verde cuando este tenga alrededor del 60% de floración	Propietario del predio, pobladores de puntales	Aumento de materia orgánica, suelos con mayor humedad	\$ 120,00	
				Incorporar al suelo los abonos verdes formando una especie de cama y cubrir con tierra				
				Dejar un lapso de una semana y dar la vuelta nuevamente para que sea				

					homogéneo			
					Aproximadamente después de tres meses el abono verde se incorporara el suelo, teniendo un suelo con diferentes características físicas y químicas			
OPCIONES PARA QUE LOS POBLADORES RECUPEREN EL SUELO MEDIANTE TÉCNICAS MÁS AMIGABLES CON EL AMBIENTE	Mantener y mejorar la fertilidad del suelo con cobertura permanente y de esta forma disminuir los riesgos de erosión	Manejo de suelos	Asociación de cultivos y rotación de cultivos	Mes 3	Luego de utilizar abonos verdes es necesario alcanzar un balance en el suelo utilizando diferentes tipos de cultivos	Propietario del predio, pobladores de puntales	Suelos mejorados que generan una mayor producción de cultivos como la papa, cebolla, zanahoria entre otros cultivados en el sector	\$ 200,00
					Elegir el cultivo más denso para la época de mayor precipitación			
					Se recomienda una rotación de especies de diferentes familias con diferentes necesidades nutricionales			
					Mejorar el rendimiento de los cultivos, puede ayudar a mejorar el estilo de vida de los agricultores que la adoptan, tanto en su seguridad alimentaria como en la posibilidad de aumentar sus ingresos.			

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ❖ En los análisis químicos realizados en el suelo después de tres meses de la incorporación de los abonos verdes se evidencio el aumento de NH_4 , Ca y Nitrógeno total y la gran disminución de otros elementos como S, Zn, Cu, Fe y Mn en comparación con el análisis inicial.
- ❖ En la comparación de los análisis inicial con el final se evidenció el incremento de materia orgánica en especial en los tratamientos donde se encontraba la especie de *Vicia faba* con un incremento del 0,60%, encontrando un menor incremento en la mezcla de la especies *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* con el 0,40%.
- ❖ Se determinó que el abono verde compuesto por *Vicia sativa* más *Avena sativa* genera mayor producción de biomasa con el $10,16 \text{ kg/m}^2$, en el T1, mientras que el T2 conformado por *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* fue el de menor producción con el $6,86 \text{ kg/m}^2$.
- ❖ El tratamiento con mayor cantidad de materia seca fue el T1 que es la mezcla *Vicia sativa* más *Avena sativa* con $3,00 \text{ kg/m}^2$, mientras que el T2 conformado por *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* fue el de menor materia seca con $2,32 \text{ kg/m}^2$.
- ❖ Al realizar el análisis foliar de los tres tratamientos en el T1 (*Vicia sativa* más *Avena sativa*) incrementaron los valores en P, K, Ca, S, B, Zn y Cu, en comparación con los otros tratamientos ya que en el T2 (*Vicia faba* más *Lolium*

multiflorum) existió el incremento de diferentes elementos como N, Fe y Mn pero se observó una igualdad de valores en Mg en todos los tratamientos.

- ❖ Efectuados los análisis estadísticos de cada una de las variables se acepta la hipótesis alternativa ya que todos los tratamientos incrementaron la fertilidad de los suelos, teniendo en cuenta que el T1 (*Vicia sativa* más *Avena sativa*) fue el mejor por los resultados obtenidos tanto en los análisis como en costos y facilidad de conseguir la semilla.

5.2. Recomendaciones

- ❖ Los resultados obtenidos en este estudio permiten recomendar que para la recuperación de suelos degradados el mejor tratamiento a utilizar es la mezcla de (*Vicia sativa* más *Avena sativa*), ya que genera un mayor aporte de biomasa y se adapta mejor a este tipo de suelo, teniendo en cuenta que las semillas son económicas y se encuentran al alcance de los pobladores en cualquier época del año.
- ❖ Es necesario que los abonos verdes sean incorporados al momento de florecer, ya que es ahí cuando aportan mayor cantidad de nutrientes al suelo.
- ❖ Promover alianzas con las entidades municipales, con el MAGAP para fomentar la recuperación de suelos degradados que se evidencia en la zona, mediante charlas e incentivos como donación de semillas de *Vicia sativa*, *Avena sativa* y *Hordeum vulgare* ya que estas se encuentran fácilmente en la zona.
- ❖ Realizar convenios con la Junta del sistema de riego de Montúfar ya que en el sector existe escases de agua y es necesario llegar a un acuerdo con esta entidad y los pobladores para aportar a la recuperación del recurso suelo.

5. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilar, M. (2016). *Evaluación de tres tipos de abonos verdes, mezcla de leguminosa más gramínea, crucífera y amaranthaceae, en los suelos agrícolas degradados del cantón Bolívar* (tesis de posgrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Álvarez, I. (2007, 3 de mayo). Abonos verdes y restauración de suelos. *Ideaa*. Recuperado de <http://www.ideaa.es/>
- Anuario Meteorológico. (2006). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. Recuperado de: <http://186.42.174.231/publicaciones/Anuarios/Meteoro/Am%202006.pdf>
- Bautista, A., Etchevers, J., del Castillo, R., y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97.
- Carrasco, J., Squella, F y Rojas, C. (Ed.). (2003). *Técnicas y prácticas en el manejo de los recursos naturales para la recuperación de suelos degradados de la VI región*. San Fernando, Chile: INIA- INDAP-SAG.
- Cepeda, M. (1991). *Química de suelos*. México, D. F, México: Trillas.
- Cerveñansky, A. (2011). Azufre fertilidad. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/azufre.pdf>
- Chancosa, C., y Viana, E. (2015). *Evaluación del efecto de abonos verdes en la calidad del suelo, en la localidad de Peribuela (sector el Rabanal), parroquia Imantag, cantón Cotacachi* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Chasi, A., y Muso, H. (2009). *Evaluación del efecto de la incorporación de cinco especies de leguminosas como abono verde en el cultivo de papa (Solanum*

tuberosum L.) en tres localidades de la provincia de Cotopaxi (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.

Díaz, L., Franco, A., y Campello, E. (1995). Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. *Forest legumes: aspects related to nutrition and use in reclamation of degraded soils*. *Bosque* 16(1), 121-127.

Durán, F. (2009). *Abonos, lombricultura y compostaje*. Bogotá- Colombia: Grupo Latino editores.

FAO, (1990). *Guía para la descripción de suelos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>

FAO, (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Recuperado de http://books.google.com.ec/books?id=-kZCpFv-W1EC&dq=funcion+de+los+abonos+verdes&hl=es&source=gbs_navlinks_s

FAO, (2009). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Recuperado de <http://fao.org/3/a-a0541s.pdf>

Flores, (2009). *Agricultura Ecológica: Manual y guía didáctica*. Madrid, España: Mundi- Prensa. 400pp.

Flores, M., y Méndez, M. (2009). *Propuesta para el manejo sustentable del suelo mediante el uso de tres abonos orgánicos elaborados con materias primas vegetales en la playa de Ambuquí* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

García, M., Treto, E., y Álvarez, M. (2000). Los abonos verdes: una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de la papa. I. Estudio comparativo de

diferentes Especies. *Cultivos Tropicales*, 21(1) ,5-11. Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/viewFile/716/pdf>

García, M., Treto, E., y Álvarez, M. (2001). Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. *Cultivos tropicales*, 22(4) ,11-16. Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu/anteriores/pdf/2001/4/CT22410.pdf>

García, J., Murillo, B., Nieto, A., Fortis, M., Márquez, C., Castellanos, E., Quiñones, J. y Ávila, N. (2010). Avances en investigación y perspectivas del aprovechamiento de los abonos verdes en la agricultura. *Terra Latinoamericana*, 28(4) 391-399. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57318502011>

Guzmán, G. y Alonso, A. (2001). *El uso de abonos verdes en agricultura ecológica*. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

Hernández, A. y Pastor, J. (2008). *La restauración en sistemas con suelos degradados: Estudio de casos en agroecosistemas mediterráneos y taludes de carretera*. Madrid, España: CIEMAT.

Ibáñez, J. (14 de marzo del 2007). Profundidad efectiva y capacidades de uso del suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>

Ibáñez, J. (17 de septiembre del 2008). Degradación del suelo y pérdida de recursos edáficos: Una Introducción. *Madrid blogs*. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/09/17/101114>

Julca, A., Meneses, L., Blas, R., y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de uso en la agricultura. *IDESIA*, 24 (1), 49-61.

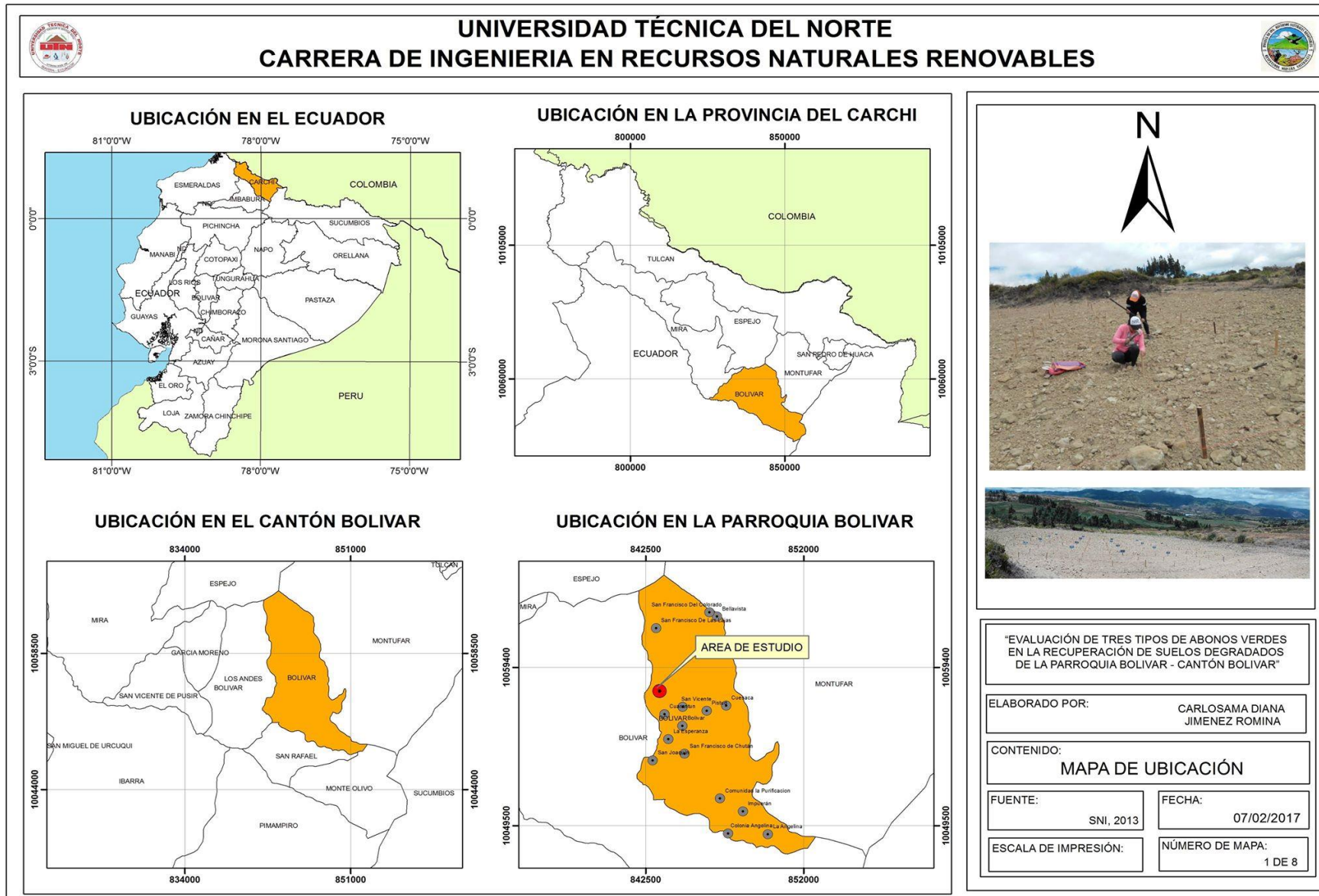
- López, R. (2002). *Degradación del suelo: causas, procesos, evaluación e investigación*. Mérida, Venezuela.
- MAGAP (2017). *Manejo agroecológico de suelos*. Recuperado de <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20Agroecolo%CC%81gico%20Suelos%20MSV.pdf>
- Marín, G. (2011). *Edafología I*. Caldas, Colombia: Espaciografica.
- Martínez, A y Leyva, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el ecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos tropicales*, 35 (1), 11-20.
- Meza, A., Sabogal, C., y de Jong, W. (2006). *Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana*. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Moreno, J. (2009). Contenido nutrimental de tres especies de frijol producido mediante tres sistemas de labranza (Tesis de pregrado). Universidad autónoma de Baja California Sur, La Paz, México.
- Navarrete, A., Vela, G., López, J y Rodríguez, M. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *Contactos*, 80, 29-37.
- Núñez, A. (2000). Manual de técnicas agroecológicas. *Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe*, (1) ,48-54. Recuperado de <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/nunez01.pdf>
- Olivera, Y., Machado, R. y Fung, C. (2008). Colecta de leguminosas forrajeras en tres provincias orientales de Cuba. *Pastos y Forrajes*, 31(1) 25-34. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269119700002>

- Peralta, V. (23 de octubre del 2010). Medidas de conservación del suelos [Mensaje de unblog]. Recuperado de <http://visionagroecologica.blogspot.com/2010/10/medidas-de-conservacion-de-suelos.html>
- Piscitelli, M. (2015, 15 de julio). Degradación de suelos. *Con los pies sobre la tierra*. Recuperado de <http://www.unicen.edu.ar/content/degradaci%C3%B3n-desuelos>
- Porta, P., López-Acevedo, M., y Poch, R. (2008). *Introducción a la edafología uso y protección del suelo*. Madrid, España: Ediciones Mundi- Prensa.
- Rodríguez, C., y Daza, O. (1995). *Preparación de suelos*. Cali, Colombia: Cenicaña.
- Romero, M. (2010). *Rehabilitación de suelos cangahuosos mediante la incorporación de abonos verdes* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*.
- Sánchez, C. (2003). *Abonos orgánicos y lombricultura*. Lima- Perú: Ripalme.
- Suleiman, S., Schulze, J. y Tran, S. (2013). *Growth and nodulation of symbiotic Medicago truncatula at different levels of phosphorus availability*. *J. Exp. Bot.*, 64: 2701-2712.
- Vargas, Y., y Valdivia, L. (2005, 26 de Diciembre). Recuperación, mediante leguminosas rastreras, de suelos degradados (ex cocales) en la Selva Alta del Perú. *Mosaico Cient.* (2), p 78-83.
- Vásquez, C., e Hidalgo, W. (2008). *Gestión y conservación de suelos*. Ecuador: CODEU.

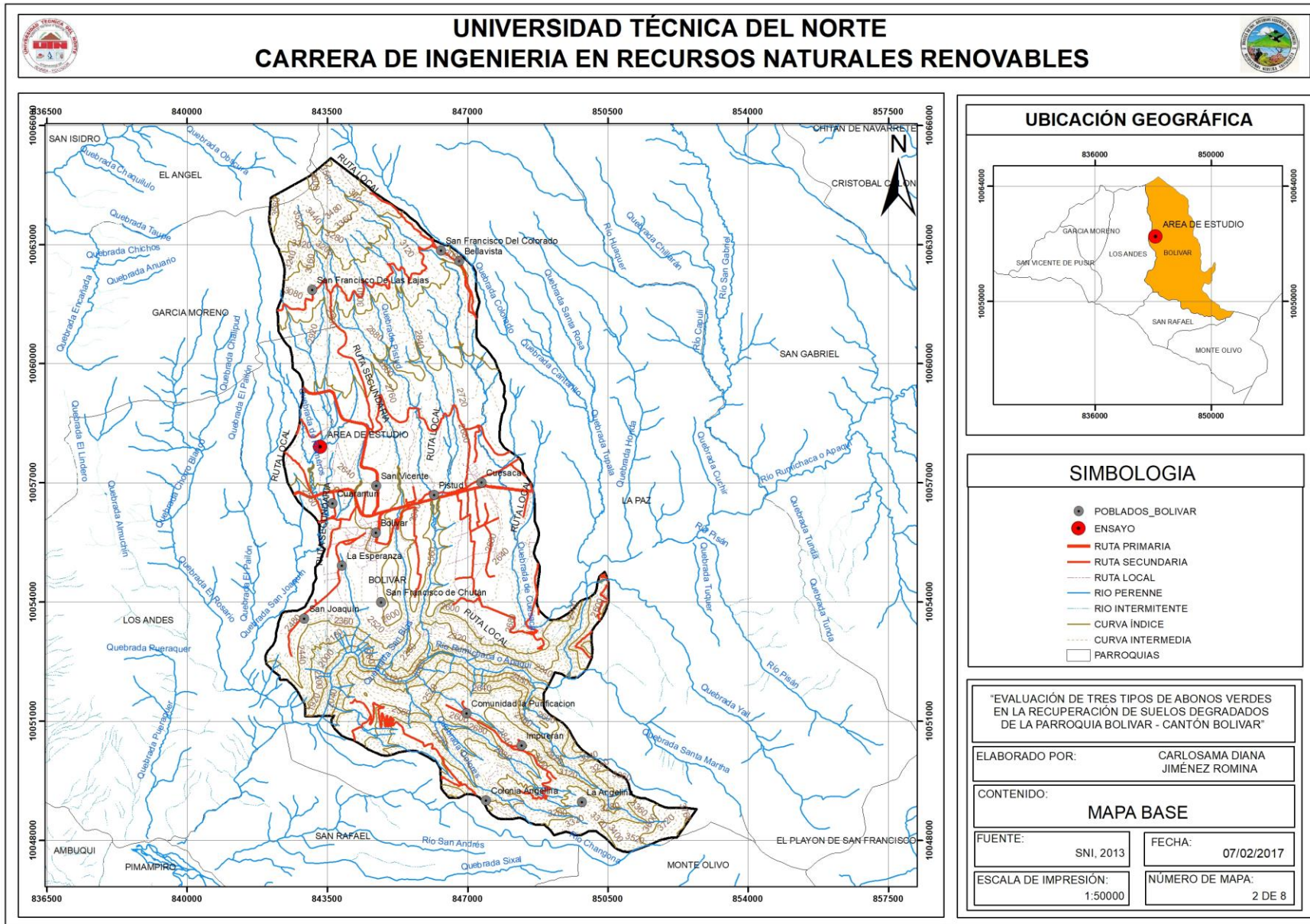
Zebrozuski, C., y Sánchez, B. (1996). *Los costos de rehabilitación de los suelos endurecidos*. Recuperado de http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010012927.pdf

6. ANEXOS

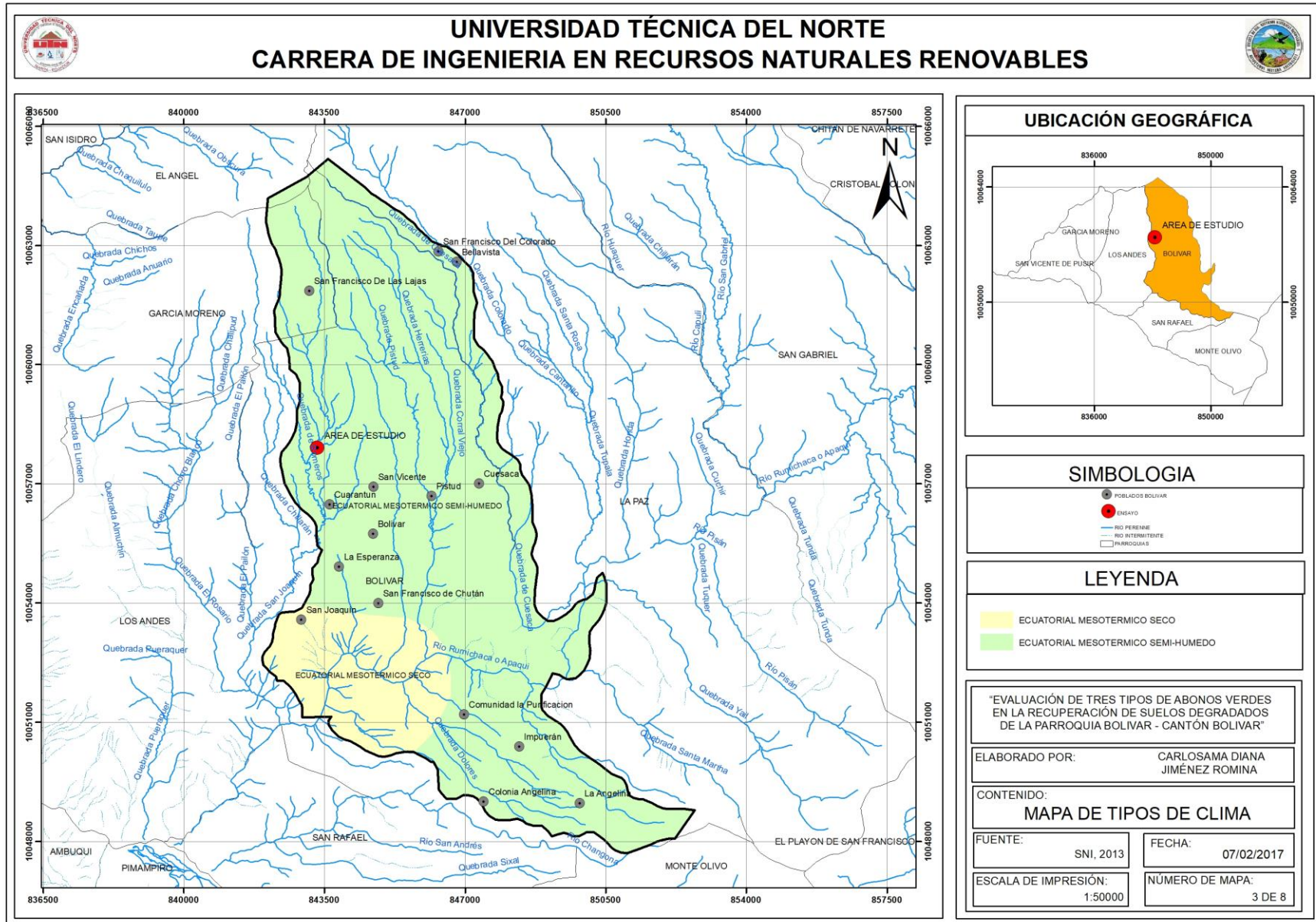
Anexo 1. Mapa de ubicación



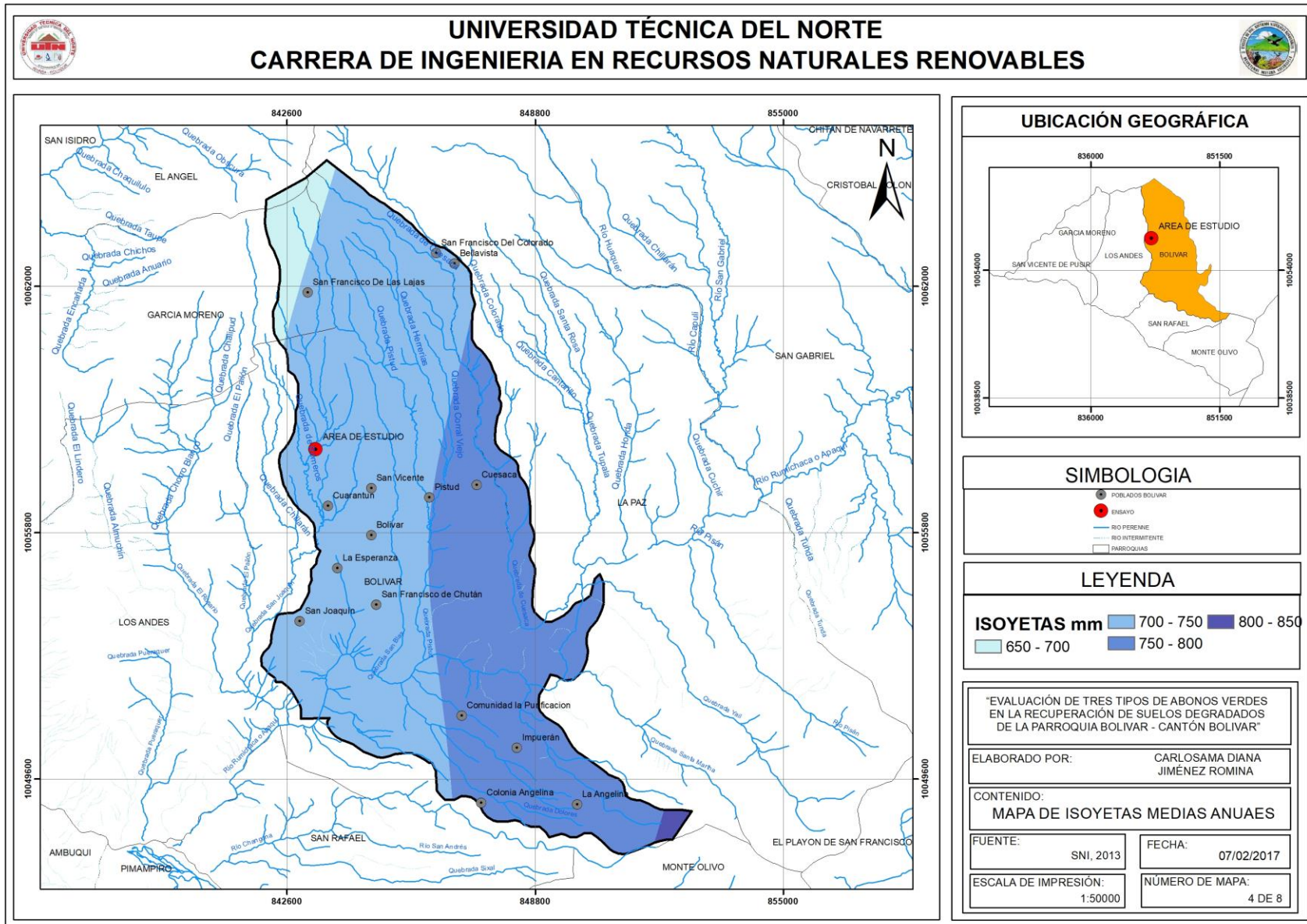
Anexo 2. Mapa base



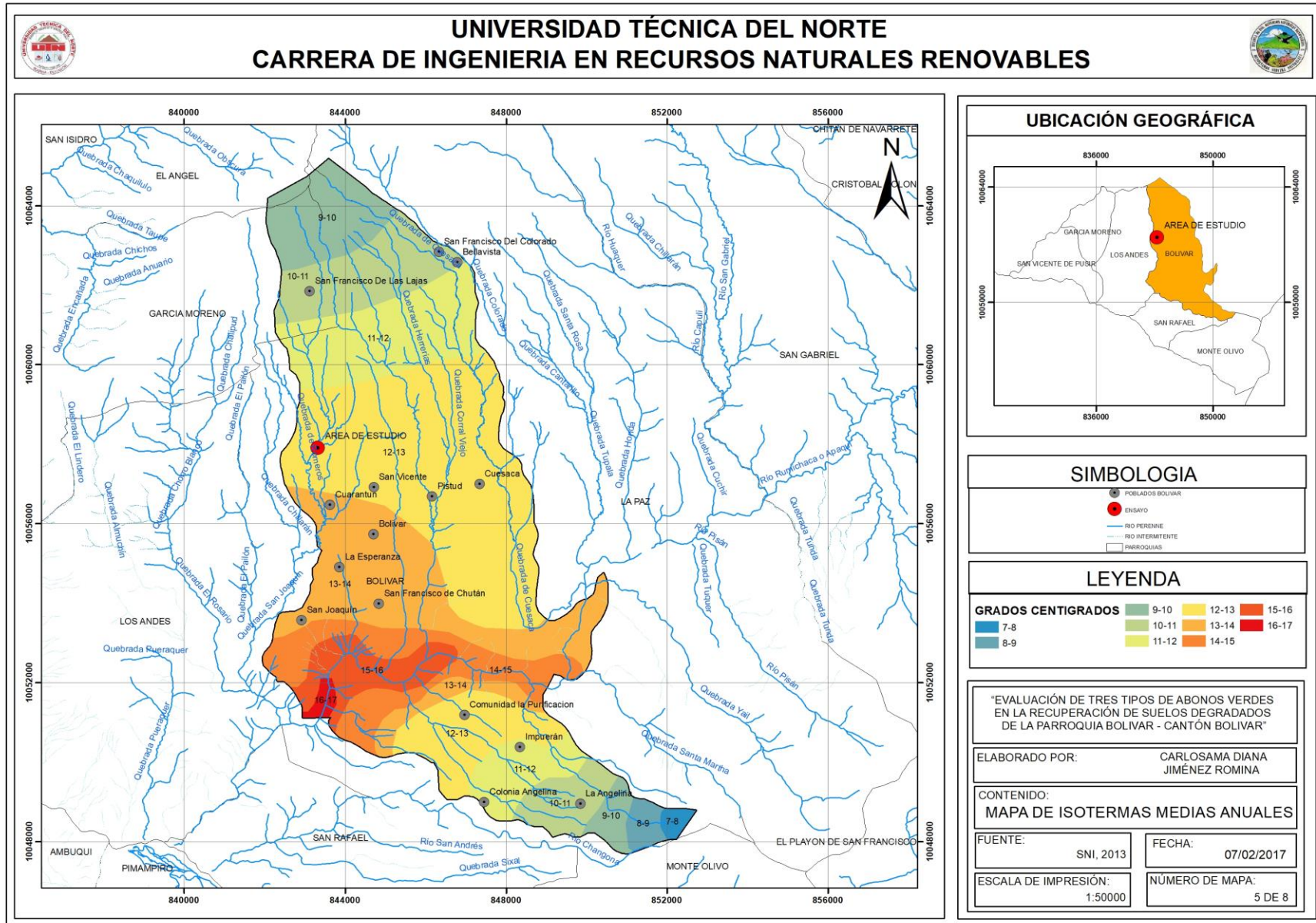
Anexo 3. Mapa de tipos de clima



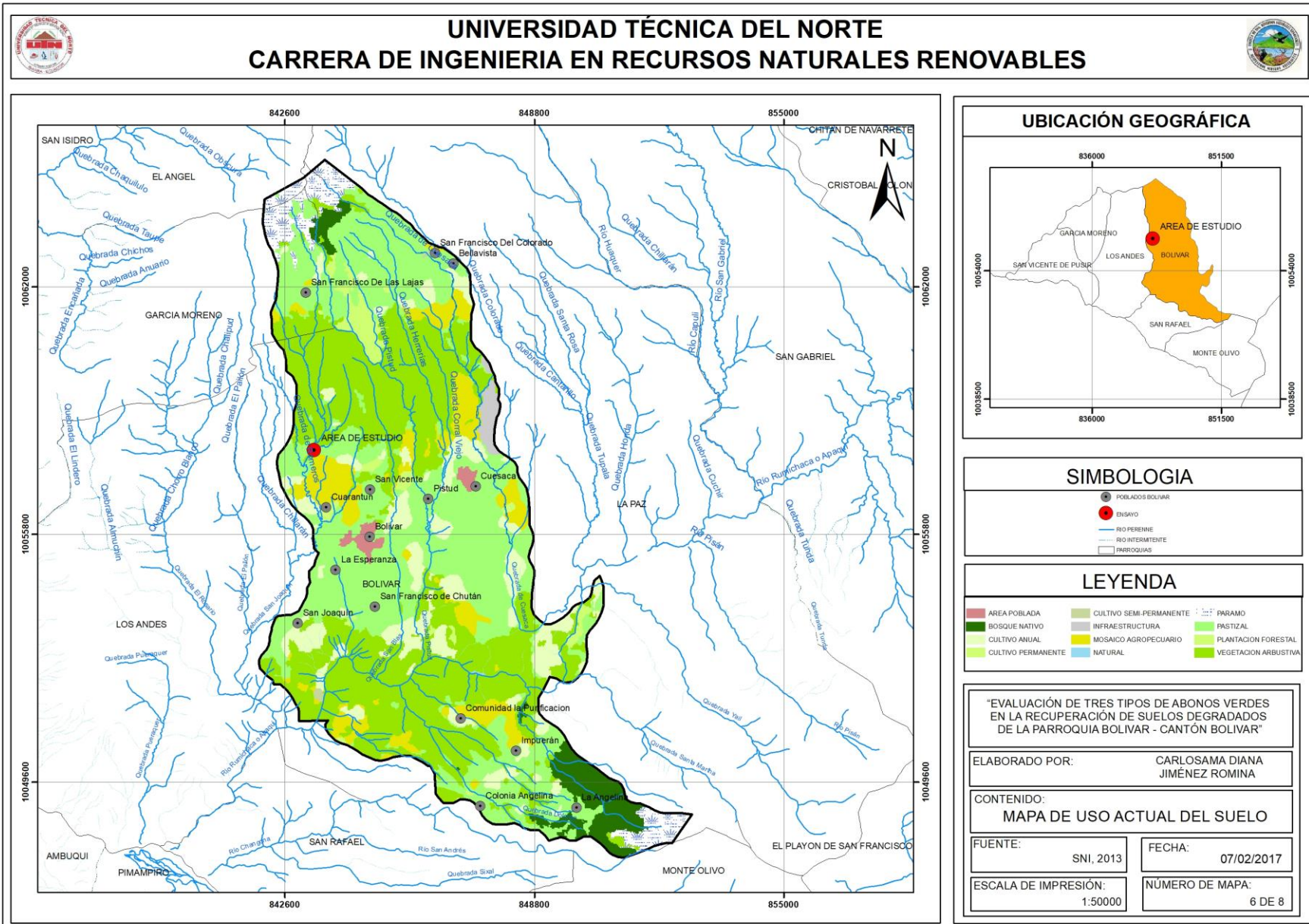
Anexo 4. Mapa de Isoyetas medias anuales



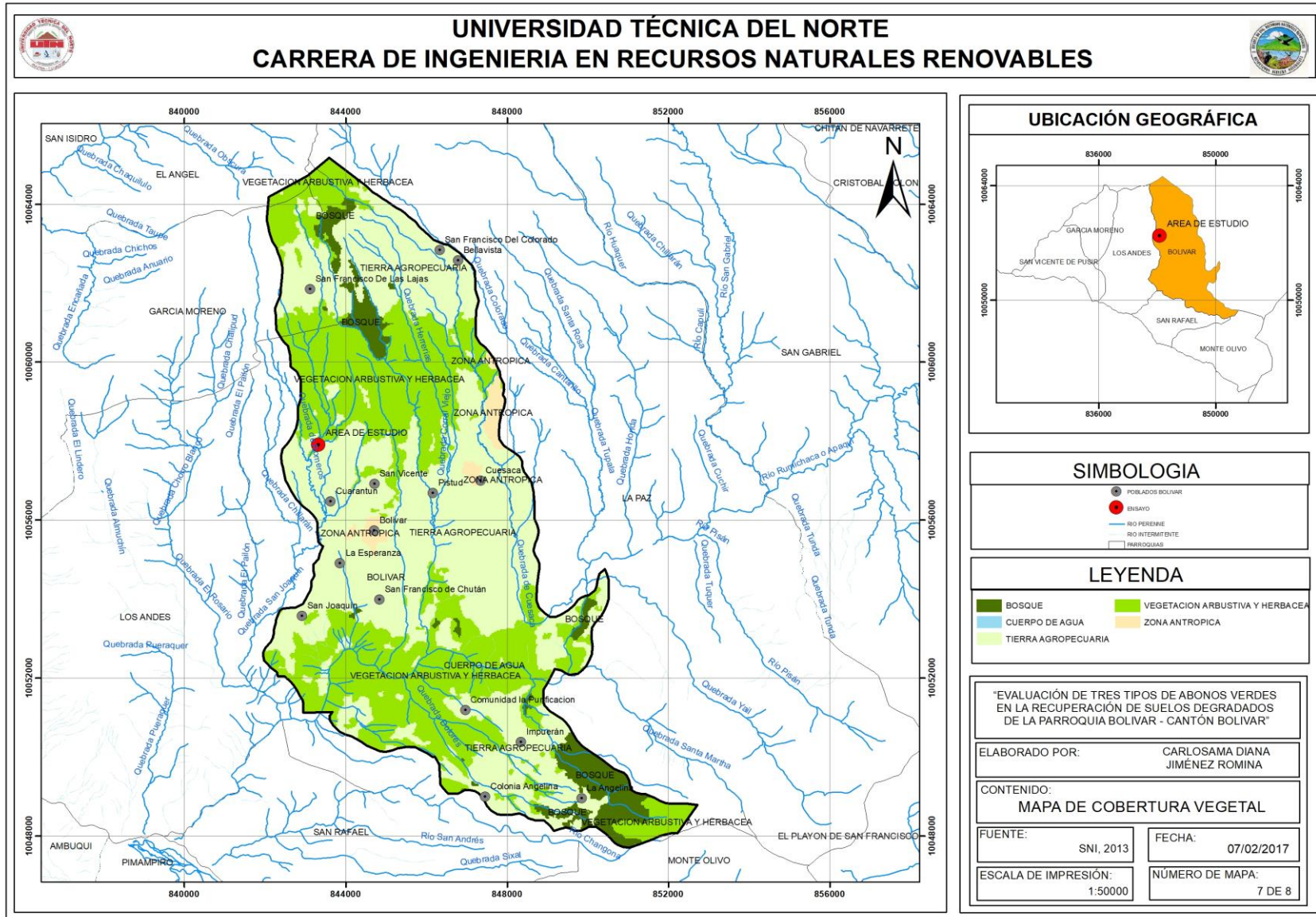
Anexo 5. Mapa de Isotermas medias anuales



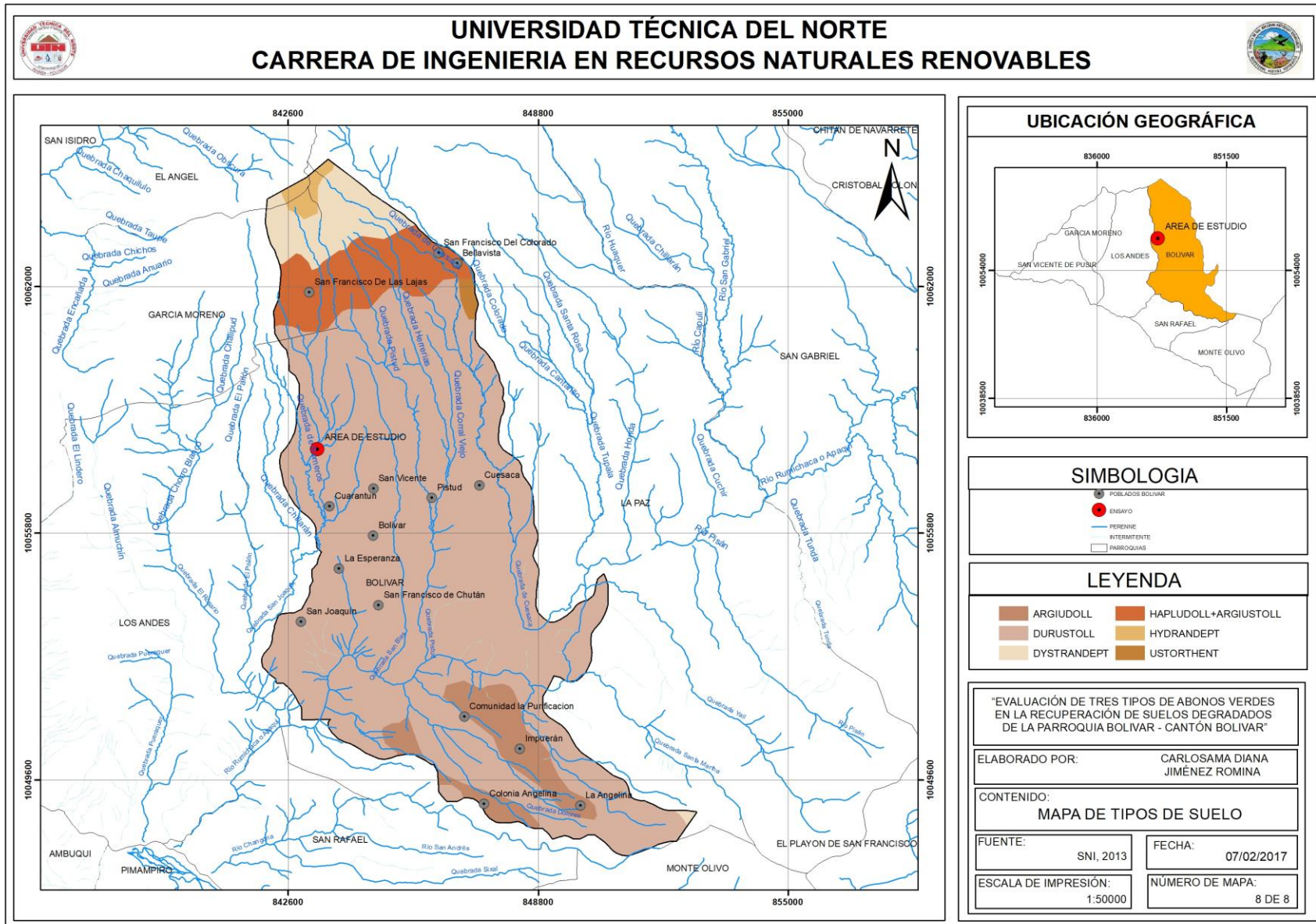
Anexo 6. Mapa de uso actual del suelo



Anexo 7. Mapa de Cobertura vegetal



Anexo 8. Mapa de tipo de suelo

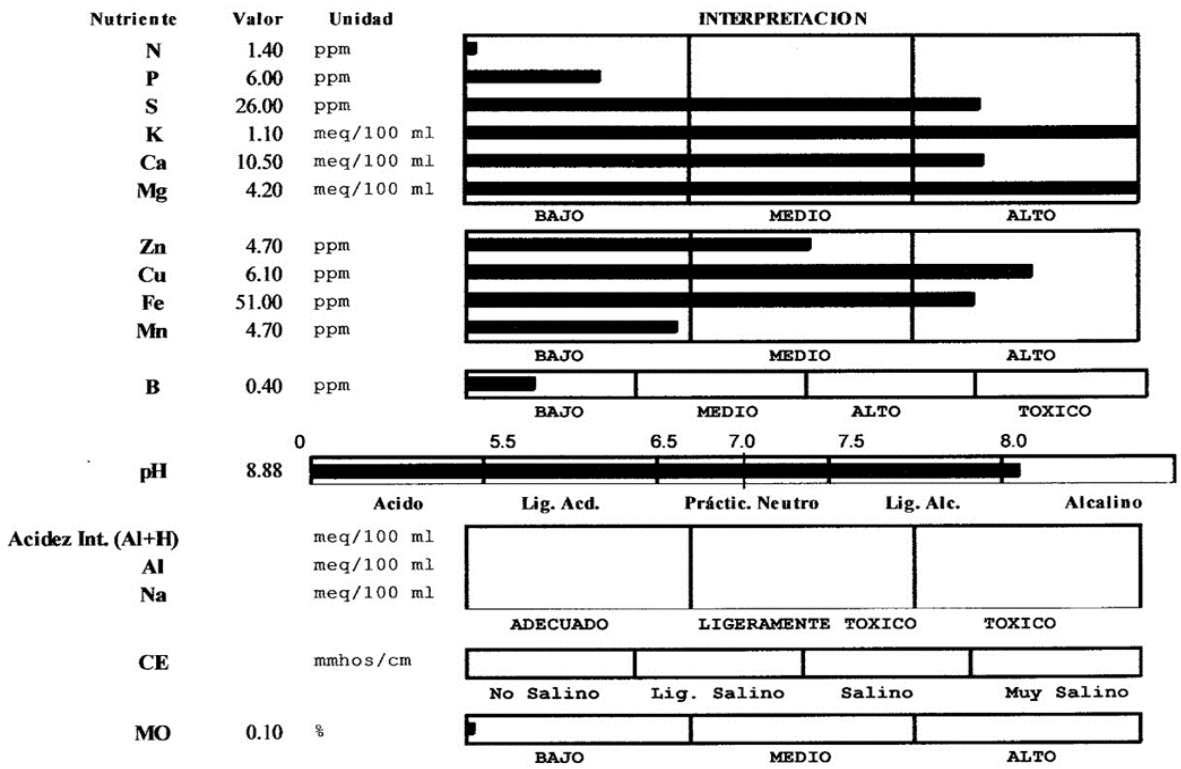


Anexo 9. Análisis del contenido inicial de nutrientes en el suelo

 INIA <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Diana Carlosama Dirección : Carchi Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Puntales Altos Provincia : Carchi Cantón : Bolívar Parroquia : Bolívar Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : Abonos Verdes Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra Cangahua</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 40.493 N° Muestra Lab. : 103991 Fecha de Muestreo : 11/02/2016 Fecha de Ingreso : 17/02/2016 Fecha de Salida : 25/02/2016</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,5	3,8	13,4	15,8	0,04					

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]
 LABORATORISTA

Anexo 10. Análisis del contenido de nutrientes en el suelo luego de la incorporación de abonos verdes

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : Eduardo Guerra Dirección : Carchi Ciudad : Teléfono : 0629506441 Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : S/N Provincia : Carchi Cantón : Bolívar Parroquia : Puntales Ubicación :	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> Cultivo Actual : Avena Mezcla Fecha de Muestreo : 24/05/2017 Fecha de Ingreso : 25/05/2017 Fecha de Salida : 12/06/2017
---	---	---

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
107327	Muestra 1 T0	8,67 AI	9,20 B	6,20 B	6,50 B	0,77 A	11,10 A	3,30 A	0,3 B	0,9 B	29,0 M	0,4 B	0,20 B
107328	Muestra 1 T1	8,43 AI	5,10 B	4,60 B	2,20 B	0,69 A	12,00 A	3,30 A	0,2 B	0,9 B	35,0 M	0,5 B	0,20 B
107329	Muestra 1 T2	8,41 AI	22,00 B	3,00 B	3,10 B	0,64 A	10,40 A	3,40 A	0,3 B	1,0 M	32,0 M	0,4 B	0,20 B
107330	Muestra 1 T3	8,26 AI	8,60 B	5,70 B	1,90 B	0,72 A	11,50 A	3,50 A	0,4 B	0,8 B	28,0 M	0,8 B	0,20 B

INTERPRETACION		
pH		Elementos
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"

LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS

Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : Eduardo Guerra Dirección : Carchi Ciudad : Teléfono : 0629506441 Fax :	Nombre : S/N Provincia : Carchi Cantón : Bolívar Parroquia : Puntales Ubicación :	Cultivo Actual : Avena Mezcla Fecha de Muestreo : 24/05/2017 Fecha de Ingreso : 25/05/2017 Fecha de Salida : 12/06/2017

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
107327					0,60 B	3,36	4,29	18,70	15,17	0,09					
107328					0,70 B	3,64	4,78	22,17	15,99	0,06					
107329					0,50 B	3,06	5,31	21,56	14,44	0,21					
107330					0,70 B	3,29	4,86	20,83	15,72	0,21					

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Potasio
Al+H = Titulación NaOH

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

Anexo 11. Análisis foliar

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : Eduardo Guerra Dirección : Carchi Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : S/N Provincia : Carchi Cantón : Bolívar Parroquia : Fuentales Ubicación :
--	--

<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo : AVENA Area : Edad del Cultivo : Identificación : T1 Avena y Vicia	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 21.576 N° Muestra Lab. : 29253 Fecha de Muestreo : 24/05/2017 Fecha de Ingreso : 25/05/2017 Fecha de Salida : 06/06/2017
---	--

Elemento Contenido (%)

N	2.64
P	0.29
K	1.88
Ca	1.06
Mg	0.01
S	0.18
Cl	

INTERPRETACION

--	--	--

BAJO SUFICIENTE ALTO

Elemento Contenido (ppm)

B	8.70
Zn	32.60
Cu	9.70
Fe	463.50
Mn	47.40
Mo	
Na	

INTERPRETACION

--	--	--

BAJO SUFICIENTE ALTO

Elemento	Nivel Adecuado (%)
N	-
P	-
K	-
Ca	-
Mg	-
S	-
Cl	-

Elemento	Nivel Adecuado (ppm)
B	-
Zn	-
Cu	-
Fe	-
Mn	-
Mo	-
Na	-



RESPONSABLE LABORATORIO



LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	Eduardo Guerra
Dirección :	Carchi
Ciudad :	
Teléfono :	
Fax :	

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	S/N
Provincia :	Carchi
Cantón :	Bolívar
Parroquia :	Fuenteales
Ubicación :	

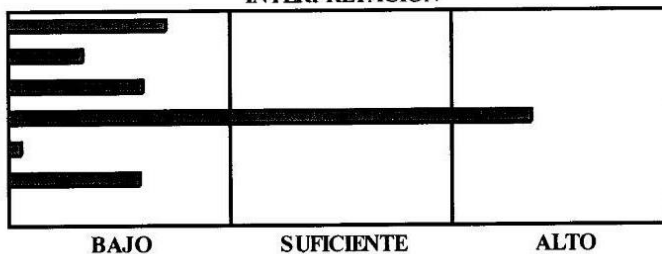
DATOS DEL LOTE	
Cultivo :	RAY GRASS
Area :	
Edad del Cultivo :	
Identificación :	T2 Raygrass y Habilla

PARA USO DEL LABORATORIO	
Nº Reporte :	21.577
Nº Muestra Lab. :	29254
Fecha de Muestreo :	24/05/2017
Fecha de Ingreso :	25/05/2017
Fecha de Salida :	06/06/2017

Elemento Contenido (%)

N	3.21
P	0.12
K	1.23
Ca	0.41
Mg	0.01
S	0.16
Cl	

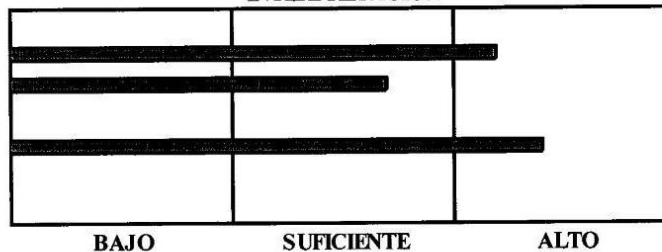
INTERPRETACION



Elemento Contenido (ppm)

B	0.01
Zn	23.90
Cu	6.70
Fe	1265.00
Mn	84.40
Mo	
Na	

INTERPRETACION



Elemento	Nivel Adecuado (%)
N	4,50 - 5,00
P	0,35 - 0,40
K	2,00 - 2,50
Ca	0,25 - 0,30
Mg	0,16 - 0,20
S	0,27 - 0,32
Cl	-

Elemento	Nivel Adecuado (ppm)
B	9,0 - 17,0
Zn	14,0 - 20,0
Cu	6,0 - 7,0
Fe	-
Mn	40,0 - 60,0
Mo	2,00 - 10,00
Na	-

[Signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]

LABORATORISTA



REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	Eduardo Guerra
Dirección :	Carchi
Ciudad :	
Teléfono :	
Fax :	

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	S/N
Provincia :	Carchi
Cantón :	Bolívar
Parroquia :	Fuenteales
Ubicación :	

DATOS DEL LOTE	
Cultivo :	CEBADA
Area :	
Edad del Cultivo :	
Identificación :	T3 Vicia y Cebada

PARA USO DEL LABORATORIO	
Nº Reporte :	21.578
Nº Muestra Lab. :	29255
Fecha de Muestreo :	24/05/2017
Fecha de Ingreso :	25/05/2017
Fecha de Salida :	06/06/2017

Elemento	Contenido (%)
N	3.06
P	0.21
K	1.47
Ca	0.67
Mg	0.01
S	0.16
Cl	

INTERPRETACION

--	--	--

BAJO SUFICIENTE ALTO

Elemento	Contenido (ppm)
B	2.60
Zn	17.50
Cu	5.20
Fe	432.10
Mn	19.70
Mo	
Na	

INTERPRETACION

--	--	--

BAJO SUFICIENTE ALTO

Elemento	Nivel Adecuado (%)
N	-
P	-
K	-
Ca	-
Mg	-
S	-
Cl	-

Elemento	Nivel Adecuado (ppm)
B	-
Zn	-
Cu	-
Fe	-
Mn	-
Mo	-
Na	-

[Signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]

LABORATORISTA