



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS**

**NATURALES RENOVABLES**

**“EFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN  
LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA  
CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA”**

**Tesis previa a la obtención del Título  
de INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Autor:**

**Andrés Santiago Pijal Alvear**

**Directora:**

**Ing. María José Romero**

**Ibarra - Ecuador**

**2015**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES

“EFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN  
LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA  
CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA”

Tesis previa a la obtención del Título  
de INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**APROBADA:**

**Directora:** Ing. María José Romero

**Asesora:** Ing. María Isabel Vizcaino

**Asesor:** Ing. Oscar Rosales

**Asesor:** Ing. Carlos Arcos

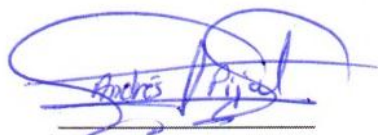
Ibarra – Ecuador

2015

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 08 días del mes de Octubre del 2015

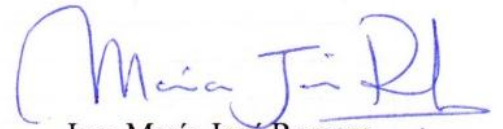


Firma

Andrés Santiago Pijal Alvear

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Santiago Pijal Alvear, bajo mi supervisión.



Ing. María José Romero  
DIRECTORA DE TESIS



## 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 forma digital, con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento deyo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición de la siguiente información:

#### DATOS DE CONTACTO

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE CIUDADANÍA	100340541-0
APELLIDOS Y NOMBRES	Pijal Alvear Andrés Santiago
DIRECCIÓN	IBARRA. VIA PERIFÉRICO SUR. LA FLORIDA. PASAJE LAS AZUCENAS
EMAIL	andysanty_1992@yahoo.com
TELEFONO FIJO Y MOVIL	062-632-684 0981113331

#### DATOS DE LA OBRA

TÍTULO	“EFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA
AUTOR	Pijal, Andrés
FECHA	2015/10/07
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECTORA DE TESIS	Ing. María José Romero

### 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

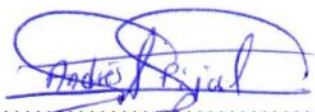
Yo, Andrés Santiago Pijal Alvear con cédula de identidad Nro. **100340541-0**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación 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.

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que es el titular 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 siete días del mes de Octubre de 2015

**El autor:**



Firma.....  
Andrés santiago Pijal Alvear  
C:I 100340541-0

**ACEPTACIÓN:**



---

Ing. Betty Chávez  
JEFE DE BIBLIOTECA.

**Facultado por resolución del Consejo Universitario.**



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

Yo, Andrés Santiago Pijal Alvear, con cédula de ciudadanía Nro. 100340541-0, manifiesto mi 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 autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“EFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 08 días del mes de Octubre de 2015



Andrés Santiago Pijal Alvear

**C:I 100340541-0**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a mi ser superior Dios, por haberme dado la vida y me ha provisto de bendiciones. Con un especial cariño y aprecio a mi hermana Eva, por ser el pilar fundamental en mí vida demostrándome su incondicional apoyo y enseñándome que a pesar de los problemas hay que seguir adelante para poder cumplir los sueños y las metas propuestas y más ahora en tan importante proceso de formación profesional.*



## AGRADECIMIENTO

*Mi sincero agradecimiento a mi directora de tesis Ing. María José Romero, quien con su gestión y extraordinaria labor han permitido la culminación exitosa de este trabajo investigativo.*

*A la Universidad Técnica del Norte, templo del saber, donde he adquirido sólidos conocimientos y en parte al programa PROMETEO SENESCYT, bajo la dirección de la Dr. Ingrid Martínez, facilitadora del tema de investigación.*

*A la Unidad Educativa Eugenio Espejo que me han apoyado y brindado el factor logístico para la culminación exitosa de la investigación.*

*A mis queridos amigos y asesores Ing. María Vizcaíno, Ing. Oscar Rosales e Ing. Carlos Arcos, quienes con su valiosos conocimientos me orientaron acertadamente en el proceso investigativo.*

*Finalmente, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia y amigos por estar siempre pendientes demostrandome buenos sentimientos y por su apoyo incondicional durante todas la etapas de mi vida.*

*Gracias.*

*Andrés Pijal*

## RESUMEN

Actualmente, los suelos ubicados en la cuenca media del río Mira se encuentran en un alto grado de degradación. La presente investigación que se realizó en la parroquia Jacinto Jijón y Caamaño, contribuye a generar información para la conservación y recuperación de los suelos, mediante la aplicación de técnicas conservacionistas y determinar su influencia en las propiedades físicas y químicas del suelo. Con la finalidad de obtener resultados se realizó, una caracterización cartográfica de los factores Bióticos, Abióticos y Socioeconómicos, para lo cual se delimitó dos microcuencas, el río Blanco y río Tablas, en lo que se determinó para el área de estudio, Zona de Vida Bosque Húmedo Pre Montano, Cobertura Vegetal Pasto Cultivado, Taxonomía Edáfica Inceptisol, Pendientes con Relieves del 5-12%, Clase Agrológica III Tierras Apropriadas para Cultivos Permanentes y Población Económicamente Activa de 3222 habitantes. Se estableció también un cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), en un área de 1500 m<sup>2</sup> y se evaluó la Labranza Mínima en combinación con Franjas Vivas (T1), Labranza Mínima en combinación con Curvas de Nivel (T2) y la Labranza Convencional (T3). Las variables Materia Orgánica y pH fueron remitidas por el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, mientras que el Contenido de Agua se registró mediante el empleo del equipo Field Scout TDR 300. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y pruebas de significancia estadística de Duncan, Tukey y Dunnet. Los resultados al inicio del ensayo fueron, pH Alcalino, Materia orgánica de 1.60% (Bajo) y Contenido de Agua a dos profundidades 0-20cm – 20-40cm que fluctúan entre 70-90% en época lluviosa, mientras que al finalizar el ensayo el pH se tornó Prácticamente Neutro, el contenido de Materia Organica entre 3-3.20% de categorización Media y el Contenido de Agua volumétrico en época seca osciló entre 15-23% en las estructuras conservacionistas y 10-15% en la Labranza Convencional. Además se realizó una correlación de las variables, en la que se determinó con mayor significancia estadística al Contenido de Agua 0-20 cm vs 20-40 cm de profundidad en los tres tratamientos evaluados.

## SUMMARY

Currently, soils that are located in the middle of the Mira river have a high level of degradation. This research was developed in the parish of Jacinto Jijón y Caamaño. This study allows to generate information focused on the conservation and restoration of soils, through the application of conservation techniques, and the influence on physical and chemical properties of soil. In order to obtain results, it was performed, a cartographic characterization of the biotic, abiotic and socioeconomic factors, two micro basins were found un the Blanco and Tablas rivers, in the study area, it was found a Pre Mountain humid Forest habitat, Land Coverage Cultivated Grass, Edaphic Taxonomy Inceptisol, Slope 5-12%, Agrological Class III appropriate land for permanent crops and Economically Active Population of 3222 inhabitants. A bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) was also established, in an area of 1500 m<sup>2</sup> Minimum Tillage combined with Living Fences (T1), Minimum Tillage combined with Contour Lines (T2), and Conventional Tillage (T3), were evaluated. The variables pH and Organic Matter were evaluated by the Soil and Water Laboratory of the Experimental Station INIAP in Santa Catalina; while the water content was recorded using a Field Scout TDR 300 soil humidity meter. A Completely Randomized Design (DCA) was used, as well as Statistical Significance Tests such as: Duncan, Tuckey, and Dunnet. The results at the beginning were alkaline pH, of Organic Matter 1.60% (Low) and Water Content at two different depths 0-20 cm and 20-40cm ranged between 70-90% in rainy days. Meanwhile at the end of the assessment, the pH became neutral, the Organic Matter content ranged between 3-3.20% (medium) and volumetric Water content in the dry season between 15-23% in conservation structures, and 10-15% in conventional tillage. In addition, a correlation of variables, that was determined with greater statistical significance to the Water Content vs 20-40 cm 0-20 cm depth in the three evaluated treatments.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 OBJETIVOS .....	3
1.1.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.2 HIPÓTESIS .....	3

### CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Marco Legal .....	5
2.2 El Suelo .....	6
2.1.1 Degradación del suelo .....	7
2.1.1.1 Erosión del suelo .....	7
2.1.2 Propiedades Físicas .....	9
2.1.2.1 Textura .....	9
2.1.2.2 Estructura .....	10
2.1.2.3 Contenido de agua en el suelo.....	11
2.1.3 Densidad del suelo .....	12
2.1.4 Propiedades Químicas .....	12
2.1.4.1 Materia Orgánica.....	12
2.1.4.2 Fertilidad .....	13
2.1.4.3 Potencial de Hidrógeno (pH) .....	15
2.3 Clasificación Agrológica.....	15
2.4 Prácticas de conservación del suelo .....	17
2.5 Franjas Vivas.....	18
2.6 Curvas de Nivel.....	19

## CAPÍTULO III

3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
3.1	Materiales y Equipos de campo .....	21
3.2	Metodología .....	22
3.3	Caracterización del área de estudio.....	23
3.3.1	Ubicación .....	23
3.4	Caracterización cartográfica.....	24
3.5	Determinación de la influencia de dos sistemas de labranza conservacionistas comparados al sistema de labranza convencional.....	25
3.5.1	Manejo específico del ensayo .....	25
3.5.2	Análisis de suelo .....	26
3.6	Establecimiento del ensayo en campo.....	27
3.6.1	Preparación del suelo .....	27
3.6.1.1	Trazado de Curvas de Nivel.....	28
3.6.1.2	Implementación de Franjas Vivas .....	28
3.6.1.3	Semilla y siembra.....	29
3.6.1.4	Riego .....	30
3.6.2	Registro de datos .....	30
3.6.3	Análisis de datos .....	30
3.6.4	Análisis de Diseño Experimental – Estructuras Conservacionistas .....	31
3.6.4.1	Tratamientos.....	31
3.6.4.3	Diseño Experimental .....	31
3.6.4.4	Características del Diseño Experimental.....	32
3.6.4.5	Esquema del análisis Estadístico.....	32
3.6.5	Análisis estadístico .....	32
3.6.6	VARIABLES EVALUADAS .....	32
3.7	Análisis de correlación.....	33

## CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
4.1	Delimitación de la cuenca media del río Mira .....	35
4.2	Caracterización del área de estudio en función de cartografía temática ....	35
4.2.1	Componente Biótico.....	36
4.2.2	Componente Abiótico .....	39
4.2.3	Componente Socioeconómico.....	50
4.3	Análisis de Suelos .....	52
4.3.1	Análisis de propiedades físicas y químicas del perfil del suelo Calicata ...	52
4.3.2.....	Análisis de propiedades físicas y químicas respecto al suelo del el área experimental.....	54
4.3.3	Resultados de la variable Contenido de Agua 0 – 20 cm .....	55
4.3.4	Resultados de la variable Contenido de Agua 20 – 40 cm .....	56
4.3.5	Resultados de la variable Materia Orgánica .....	58
4.3.6	Resultados de la variable pH .....	60
4.4	Efecto de las estructuras conservacionistas en la recuperación de suelos ..	61
4.4.1	Análisis de Varianza Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 1.....	61
4.4.2	Análisis de Varianza Contenido de Agua de 20-40 cm – Mes 1 .....	63
4.4.3	Análisis de Variancia pH – Mes 1 .....	64
4.4.4	Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) – Mes 1.....	65
4.4.5	Análisis de Varianza Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 2.....	67
4.4.6	Análisis de Varianza Contenido de Agua de 20-40 cm – Mes 2.....	68
4.4.7	Análisis de Variancia pH – Mes 2 .....	70
4.4.8	Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) – Mes 2.....	71
4.4.8.1	Pruebas de significancia estadística de Materia Orgánica – Mes 2.....	72
4.4.9	Análisis de varianza Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 3.....	73
4.4.10	Análisis de varianza Contenido de Agua de 20-40 cm – Mes 3 .....	74
4.4.10.1	Pruebas de significancia estadística del Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 3.....	76
4.4.11	Análisis de Variancia Ph – Mes 3.....	77
4.4.12	Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) – Mes 3 .....	78

4.4.13	Análisis de varianza contenido de agua 0-20 cm – Mes 4 .....	80
4.4.13.1	Pruebas de significancia estadística Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 4.....	81
4.4.14	Análisis de varianza contenido de agua 20-40 cm – Mes 4 .....	82
4.4.14.1	Pruebas de significancia estadística Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 4.....	83
4.4.15	Análisis de Variancia Ph – Mes 4.....	84
4.4.16	Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) – Mes 4.....	85
4.5	Correlación entre las variables del Ensayo .....	88

## **CAPÍTULO V**

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	91
5.1	CONCLUSIONES .....	91
5.2	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA CITADA .....	94
	ANEXOS .....	99



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Materiales y Equipos de Campo	21
Cuadro 3.2 Ubicación del Ensayo	24
Cuadro 3.3 Tratamientos evaluados	31
Cuadro 3.4 Esquema del ADEVA (Análisis de varianza)	32
Cuadro 3.5 Correlación entre las variables evaluadas	34
Cuadro 4.1 Zonas de Vida	36
Cuadro 4.2 Cobertura Vegetal	38
Cuadro 4.3 Clasificación taxonómica de suelos	40
Cuadro 4.4 Uso del suelo	41
Cuadro 4.5 Pendientes	44
Cuadro 4.6 Clases Agrológicas	45
Cuadro 4.7 Ubicación Estación MIRA-FAO Granja La Portada	47
Cuadro 4.8 Precipitación y Temperatura media, estación Mira-FAO Granja La Portada	47
Cuadro 4.9 Precipitación y Temperatura media, estación Río Blanco	49
Cuadro 4.10 Población Económicamente Activa	51
Cuadro 4.11 Análisis de propiedades físicas y químicas del perfil del suelo	52
Cuadro 4.12 Análisis de propiedades físicas y químicas del suelo en el ensayo	54
Cuadro 4.13 Textura del Suelo del área experimental	55
Cuadro 4.14 Resultados de la variable Contenido de Agua 0 – 20 cm	55
Cuadro 4.15 Resultados de la variable Contenido de Agua 20 – 40 cm	57
Cuadro 4.16 Resultados de la variable Materia Orgánica	58
Cuadro 4.17 Resultados de la variable pH	60
Cuadro 4.18 Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 1	61
Cuadro 4.19 ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 1	63
Cuadro 4.20 ADEVA Ph – Mes 1	64
Cuadro 4.21 ADEVA Materia Orgánica – Mes 1	65
Cuadro 4.22 ADEVA Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 2	67
Cuadro 4.23 ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 2	68

Cuadro 4.24 ADEVA pH – Mes 2	70
Cuadro 4.25 ADEVA Matria Orgánica – Mes 2	71
Cuadro 4.26 Pruebas estadísticas Materia Orgánica – Mes 2	72
Cuadro 4.27 ADEVA Contenido de Agua 10-20 cm – Mes 3	73
Cuadro 4.28 ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 3	75
Cuadro 4.29 Pruebas de sinificancia estadística Contenido de Agua 20-40cm – Mes 3	76
Cuadro 4.30 ADEVA pH – Mes 3	77
Cuadro 4.31 ADEVA, Materia Orgánica – M es 3	78
Cuadro 4.32 ADEVA, Contenido de Agua 10-20 cm – Mes 4	80
Cuadro 4.33 Pruebas estadísticas Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 4	81
Cuadro 4.34 ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 4	82
Cuadro 4.35 Pruebas estadísticas Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 4	83
Cuadro 4.36 ADEVA pH – Mes 4	84
Cuadro 4.37 ADEVA Materia Orgánica – Mes 4	85
Cuadro 4.38 Datos de Correlación entre Variables	88
Cuadro 4.39 Análisis de Correlación Franjas Vivas	89
Cuadro 4.40 Análisis de Correlación Curvas de Nivel	89
Cuadro 4.41 Análisis de Correlación Labranza Convencional	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo textural según la clasificación USDA	10
Figura 4.1 Proporción Zonas de Vida	37
Figura 4.2 Descripción del Uso actual del suelo	39
Figura 4.3 Clasificación taxonómica de suelos	41
Figura 4.4 Descripción del Uso del suelo	43
Figura 4.5 Descripción Pendientes	44
Figura 4.6 Proporción Clases Agrológicas	46
Figura 4.7 Diagrama Ombrotérmico Estación Mira-FAO Granja la Portada	48
Figura 4.8 Diagrama Ombrotérmico estación Río Blanco	50

Figura 4.9 Población Económicamente Activa	51
Figura 4.10 Resultados Contenido de Agua 0-20 cm	56
Figura 4.11 Resultados Contenido de Agua 20-40 cm	57
Figura 4.12 Resultados Materia Orgánica	59
Figura 4.13 Resultados Ph	60
Figura 4.14 Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 1	62
Figura 4.15 Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 1	63
Figura 4.16 Variable pH – Mes 1	65
Figura 4.17 Variable Materia Orgánica – Mes 1	66
Figura 4.18 Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 2	68
Figura 4.19 Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 2	69
Figura 4.20 Variable pH – Mes 2	70
Figura 4.21 Variable Materia Orgánica – Mes 2	72
Figura 4.22 Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 3	74
Figura 4.23 Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 3	75
Figura 4.24 Variable pH – Mes 3	78
Figura 4.25 Variable Materia Orgánica – Mes 3	79
Figura 4.26 Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 4	80
Figura 4.27 Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 4	82
Figura 4.28 Variable pH – Mes 4	85
Figura 4.29 Variable Materia Orgánica – Mes 4	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO 1. MAPAS

MAPA1. Mapa Base, cuenca media del río Mira	100
MAPA2. Mapa Ubicación del Ensayo	101
MAPA 3. Mapa Base	102
MAPA 4. Mapa de Zonas de Vida	103
MAPA 5. Mapa de Cobertura Vegetal	104
MAPA 6. Mapa Taxonomía de Suelos	105

MAPA 7. Mapa de Uso del Suelo	106
MAPA 8. Mapa de Pendientes	107
MAPA 9. Mapa de Clases Agrológicas	108
MAPA 10. Mapa Hidrológico	109
MAPA 11. Mapa de Población Económicamente Activa	110

## **ANEXO 2. ANÁLISIS FÍSICOS - QUÍMICOS DEL SUELO**

ANÁLISIS 1. Caracterización del suelo	111
ANÁLISIS 2. pH – MES 1	113
ANÁLISIS 3. Materia Orgánica – Mes 1	114
ANÁLISIS4. pH – Mes 2	115
ANÁLISIS 5. Materia Orgánica – Mes 2	116
ANÁLISIS 6. pH – Mes 3	117
ANÁLISIS 7. Materia Orgánica – Mes 3	118
ANÁLISIS 8. pH – Mes 4	119
ANÁLISIS 9. Materia Orgánica – Mes 4	120

## **ANEXO 3. LIBRO DE CAMPO**

Diseño1. Registro de Visitas en Campo	121
Diseño 2. Disposición del Experimento en Campo	122
Diseño 3. Registro de datos del Contenido de Agua	122

## **ANEXO 4. CONVENIO INSTITUCIONAL**

Firma de Convenio Institucional	123
---------------------------------	-----

## **ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS**

Reporte Fotográfico	127
---------------------	-----



## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la degradación física, química y biológica del suelo ha promovido que se pierda gran parte de las áreas cultivables y notablemente planas, que promueven el avance de la frontera agrícola en zonas de pendientes destruyendo todo a su alcance. El manejo inapropiado del suelo a través del sistema de labranza por el cuál invierten el suelo en zonas de pendiente, acelera un continuo deterioro de su calidad. En suelos degradados, la labranza convencional es una práctica inapropiada que genera varios inconvenientes y por ende las operaciones de labranza hacen que el suelo sea más vulnerable al proceso de erosión, mientras hay pérdida de materia orgánica y nutrientes reduciendo considerablemente la fertilidad, así también influye la preparación del suelo que particularmente es realizada cuando éste se encuentra muy seco o muy húmedo, debido a que los suelos tienen una débil estructura y un bajo contenido de materia orgánica (FAO, 2009), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Los suelos de uso agrícola en el Ecuador se ven afectados por el manejo inadecuado en zonas de pendientes, las prácticas de labranza convencional en suelos con una pendiente superior al 10% y los factores climáticos como la lluvia y el viento, han producido una severa erosión afectando la biodiversidad, alteración en el ciclo hidrológico, la fertilidad natural del suelo, la producción de los cultivos y sobre todo una gran superficie de terreno expuesto a la acción de los agentes erosivos. Esto ha obligado que los agricultores opten por abandonar sus parcelas o en caso contrario, el uso irracional de agroquímicos, poniendo en riesgo la salud y la seguridad alimentaria.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP (2011), contempla que la erosión de los suelos en Ecuador es uno de los problemas más atenuantes en cuanto a la degradación ambiental, que afecta aproximadamente al 50% del área cultivada. Alrededor del 15% de las tierras degradadas se encuentran en el callejón interandino y sobre las principales vertientes que lo bordean, señalando la necesidad de buscar un equilibrio entre la extracción de los nutrientes y su reposición, aplicando una serie de prácticas agrícolas conservacionistas para mejorar la cobertura, y evitar la degradación continua del suelo.

Las inadecuadas prácticas de labranza del suelo, presentes en la cuenca media del río Mira, han promovido la erosión del suelo y como consecuencia la disminución considerable de la retención del contenido de agua, así como la alteración las propiedades físicas y químicas. Bajo este escenario, existe la necesidad de manejar los suelos degradados, mediante la incorporación de estructuras conservacionistas, como son las Franjas Vivas y las Curvas de Nivel. Estas estructuras tienen el objetivo de disminuir el escurrimiento superficial en zonas de pendiente.

Entre los sistemas conservacionistas, existen diversas alternativas para manejar suelos degradados. Una de ellas, complementaria a la labranza mínima, es el uso de Franjas Vivas, que corresponden a hileras de plantas perennes y de crecimiento denso en forma perpendicular a la pendiente, su objetivo principal es reducir la velocidad del agua que escurre sobre la superficie del terreno. Otra alternativa son las Curvas de Nivel, que cumplen la función de evitar el arrastre de la capa fértil de suelo, controlando el descenso del suelo provocado por precipitaciones que derivan a la erosión hídrica.



## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Evaluar la influencia de dos sistemas de labranza conservacionista y compararlos con el sistema de labranza convencional respecto a las propiedades físicas y químicas, para la recuperación de suelos degradados en la cuenca media del río Mira.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar cartográficamente el área de estudio en base a los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos.
- Determinar la influencia de dos sistemas de labranza conservacionistas y compararlos al sistema de labranza convencional sobre el Contenido de Agua, Materia Orgánica y pH del suelo.
- Realizar una correlación entre las variables propuestas.

## **1.2 Hipótesis**

Hipótesis alternativa (Ha)

Los sistemas de labranza conservacionistas: curvas de nivel y franjas vivas, presentan diferencia significativas respecto al sistema de labranza convencional, en las variables propuestas.



## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

Para la revisión de literatura se consideró el Marco Legal Ecuatoriano en el cual se apoya la investigación, así como temas científicos que aporten al desarrollo del estudio, prestando especial atención artículos relacionados y acordes con el tema de investigación.

#### **2.1 Marco Legal**

La presente investigación se fundamenta en los artículos de la Constitución de la república del Ecuador del 2008, sujetando así la información con un amparo legítimo y legal.

### **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 *sumak 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 orgánicos persistentes altamente tóxicos, 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.

## TITULO VII

### RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

En el capítulo segundo que hace referencia a la biodiversidad y los Recursos Naturales, sección quinta Suelo Art. 409.- Declara que es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona. Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

#### **2.2 El Suelo**

Desde el punto de vista científico, el suelo atribuye ser el objeto de estudio de la edafología definiéndose como un ente independiente y natural organizado, con ciertos aspectos investigativos tales como, el analizar la composición mineral, materia orgánica, los organismos vegetales y animales, aire y agua presentes en el suelo, es considerado también como un recurso finito lo que implica que su pérdida y destrucción no sean reversibles en el curso de la vida humana (FAO, 2015).

Determinado además cómo la capa superficial formada a través del tiempo sobre un material pasivo denominada la roca madre, donde las propiedades físicas y químicas del suelo en conjunto a los factores climáticos, determinan las plantas y animales que crecen y mueren dentro o sobre el suelo, la manera de interaccionar y la forma en que se debe cultivar la tierra. Desde un punto de vista ambiental, los suelos brindan diversos beneficios cómo producir biomasa, filtrar, regular y transformar la materia que absorbe, tal como el agua (Sanz, 2011).

### **2.1.1 Degradación del suelo**

La degradación del suelo es un proceso, el cual implica la disminución de la capacidad ecosistémica actual y potencial para producir, cuantitativamente y cualitativamente bienes y servicios. La degradación del suelo en el Ecuador evidencia un importante deterioro, limitando la capacidad para cumplir sus funciones como medio ideal para el crecimiento de plantas, como regulador del régimen hídrico y como filtro ambiental.

Una de las causas del proceso de degradación es el avance de la frontera agrícola hacia las zonas de pendientes moderadas a fuertes, como alternativa para incrementar la producción, en lugar de dar paso a mejorar la productividad con adecuados mecanismos prácticos, tecnológicos y consideraciones ecosistémicas para manejar el suelo, derivando a incorporar territorios poco o nada aptos a dichas actividades, de tal manera que se incide en el proceso de degradación en el territorio ecuatoriano (OPA, 2011).

#### **2.1.1.1 Erosión del suelo**

La erosión se refiere al proceso de remoción o arrastre del suelo por acción del agua o del viento, siendo un proceso común en el mundo. Es causado por diferentes factores climáticos: la precipitación mediante la lluvia, el viento y los cambios de temperatura, dichos factores físicos causan el desprendimiento de las

partículas del suelo ya sea arcilla, limo, arena entre otros, (Kappelle, 2009). Debido a que, el suelo no es un recurso natural renovable a escala humana, su pérdida por erosión puede considerarse inevitablemente irreversible.

La erosión inducida por la labranza del suelo, puede llegar a generar pérdidas de suelo de más de 150 t/ha año; la erosión acelerada por el viento y el agua, es responsable del 40% de la degradación de la tierra (FAO, 2015). Los daños no solo se manifiestan en el lugar donde ocurren, sino a grandes distancias por efecto de sedimentación y colmatación afectando a poblaciones de la cuenca alta, media y baja, hoy en día los mayores niveles de erosión son observadas en campos agrícolas y en zonas reforestadas evidenciando los suelos productivos, afectados por el fenómeno de la erosión (Imenson y Curfts, 2010).

- ***Erosión hídrica:***

Se llama erosión al desgaste, arrastre y pérdida de partículas de suelo producidos por acción del agua sobre zonas no protegidas y de escasa vegetación cobertera, procediendo al efecto de las gotas de lluvia que caen con fuerza sobre el suelo deshaciendo progresivamente su estructura y por ende amenazando drásticamente la calidad de los recursos del cual depende la humanidad para su subsistencia (Maya, 2011). En suelos altamente degradados por efecto de la erosión, se requiere el uso de sistemas de labranza conservacionista para mitigar la erosión hídrica, así como incrementar la retención del contenido de agua en el suelo (Martínez, *et al.* 2011).

- ***Erosión Eólica***

Producida por acción del viento, la cuales son desplazadas rápidamente de no estar sujetas o enlazadas entre sí por raíces, materia orgánica, arcilla o agua, la capa superficial del suelo especialmente en zonas áridas, el

traslado de las partículas de suelo es de distancias relativamente cortas , formando huecos y dunas (Imenson y Cufs, 2010).

### **2.1.2 Propiedades Físicas**

Las propiedades físicas o mecánicas del suelo, hacen referencia; a) características físicas fundamentales como la textura y estructura, b) características físicas derivadas, como la capacidad de retención de agua en el suelo. La calidad física del suelo relaciona al uso eficiente del agua, nutrientes entre otros, mismos que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y por ende la contaminación ambiental, generando un rendimiento y calidad en cultivos (Navarro, *et al.* 2012).

#### **2.1.2.1 Textura**

El término Textura hace referencia a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura también es una propiedad muy importante ya que influye como factor de fertilidad y en la retención de agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica entre otras propiedades que se presentan en el suelo (FAO, 2006). La textura puede ser considerada quizás, como la característica más estable del suelo aunque puede ser debidamente modificado de acuerdo a ciertos criterios de desarrollo y laboreo en el suelo.

Las partículas de arena son comparativamente de tamaño grande (0.05mm-2mm) y, por lo tanto, exponen una superficie pequeña comparada con la expuesta por un peso igual de partículas de arcilla o de limo. La función que ésta tiene en las actividades físicas y químicas del suelo es casi insignificante, las arenas aumentan el tamaño de los espacios porosos, facilitando así el movimiento del aire y del agua de drenaje.



El tamaño de partícula de los limos es de 0.002mm a 0.05mm, tiene una velocidad de meteorización más rápida y una liberación de nutrimentos solubles para el crecimiento vegetal mayor que la arena. Los suelos limosos tienen gran capacidad para retener humedad, disponible para el crecimiento de la vegetación. En general los suelos con textura franca, es la ideal para el auge de un cultivo, claro está tomando en cuenta el contenido de materia orgánica, el régimen del contenido de agua en el suelo, entre otros (USDA, 2014), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos según sus siglas en Inglés.

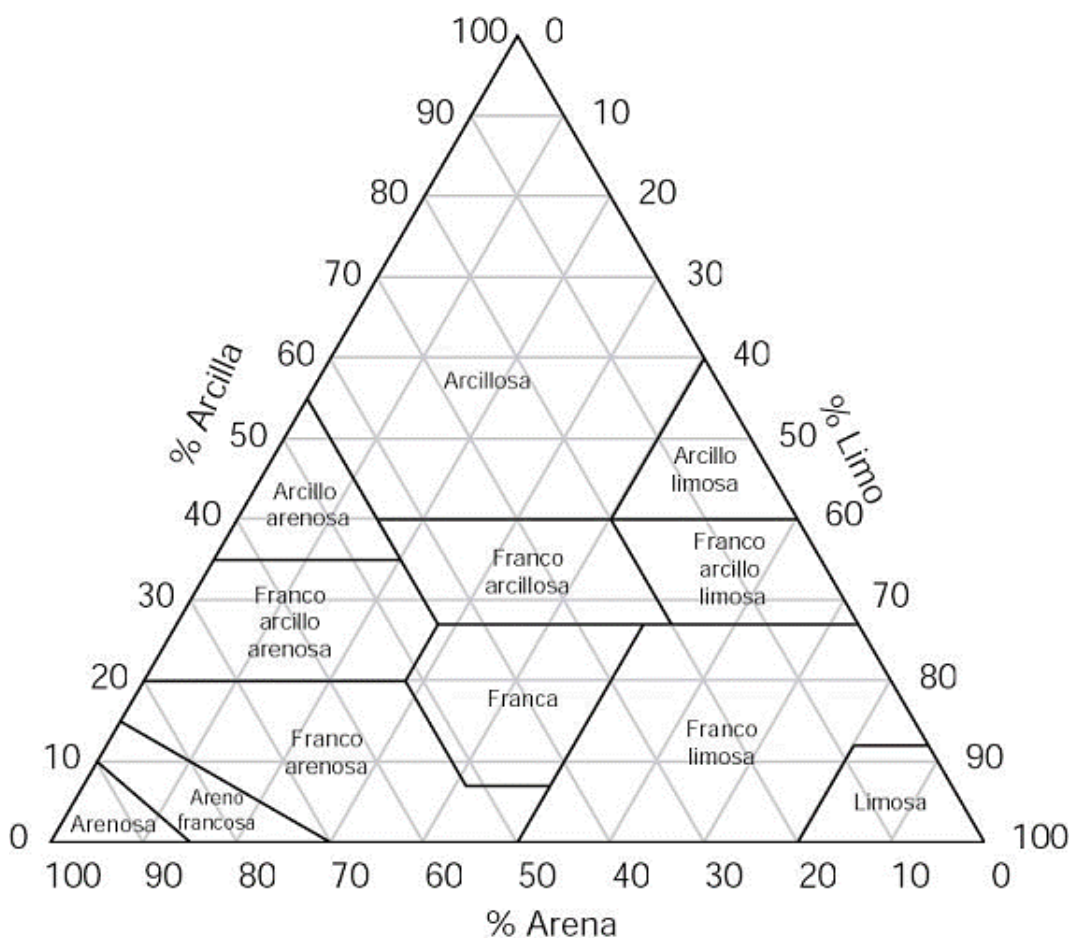


Figura 1. Triángulo textural según la clasificación USDA.

### 2.1.2.2 Estructura

La estructura del suelo es uno de los parámetros característicos, de cada uno de los horizontes del suelo, más importantes y perceptibles a la vista. La estructura

del suelo se define por la forma en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores denominándose agregados. Entre los factores que influyen en la morfología de la estructura del suelo pueden ser, la textura, las actividades biológicas del suelo, la influencia de actividades antrópicas por efecto del desarrollo de cultivos entre otros, además la estabilidad estructural, hace referencia a la persistencia de los agregados frente a determinados procesos erosivos ya sean por factores climáticos o antrópicos (Taboada, 2011).

### **2.1.2.3 Contenido de agua en el suelo**

El agua y el suelo son componentes fundamentales y estratégicos en la productividad de los ecosistemas en general y por lo tanto en los ecosistemas agrícolas, como servicios ambientales. Se constituyen como los componentes más importantes e indispensables los que son capaces de proveer sustento para el mantenimiento de los recursos naturales, a fin de que estos provean beneficios básicos para la humanidad, contribuyendo la calidad de vida y bienestar común (Trovo, 2011). El estudio del agua en el suelo nos permite comprender los procesos físicos, químicos y biológicos, es decir desde la meteorización, procesos formadores, estado energético en que se encuentra el agua, capacidad de retención, como también el movimiento y disponibilidad para la planta, evaporación, drenaje, entre otros.

El agua al escurrirse, arrastra partículas y nutrientes del suelo y los transporta a las zonas bajas ya sean estas zonas planas o cauces hídricas que cursan su camino. Los arroyos y ríos arrancan la tierra de las riberas, el material arrastrado se sedimenta y rellena cauces y embalses, aumentando la probabilidad de inundaciones. Los daños directos efectuados por la erosión hídrica son: la degradación de la estructura del suelo, menor infiltración del agua, menor aporte de agua a las capas freáticas, pérdida de suelo superficial, desarraigo de las plantas, disminución de la productividad del suelo, entre otras. Las consecuencias

indirectas son: la contaminación del agua, la eutrofización, modificación del curso de los ríos, inundaciones, entre otros. (Soco, 2009).

### **2.1.3 Densidad del suelo**

La densidad se considera como el peso del volumen unitario de sustancia, reportada comúnmente en  $\text{g/cm}^3$ . La densidad se representa simbólicamente por:

$$D = M/V$$

Dónde:

D= densidad,  $\text{g/cm}^3$

M= masa , (g)

V= volumen, ( $\text{cm}^3$ )

### **2.1.4 Propiedades Químicas**

La química de suelos es la ciencia que estudia las propiedades químicas del suelo y de sus componentes inorgánicos y orgánicos, así como la determinación de los macronutrientes y micronutrientes presentes en el suelo. Algunas propiedades químicas del suelo son:

#### **2.1.4.1 Materia Orgánica**

La materia orgánica del suelo constituye la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo así también las sustancias producidas por los organismos del suelo, la parte más estable de la materia orgánica de coloración oscura y de alto peso molecular son denominados compuestos húmicos, que se obtiene de la descomposición de la mayor parte de los vegetales o

animales añadidas al suelo, además regulan los procesos químicos que allí ocurren influyendo sobre las características físicas (Crespo, 2011).

Los procesos químicos que interviene la materia orgánica son:

- a) El suministro de elementos nutritivos por la mineralización en particular la liberación de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes disponibles para la vegetación.
- b) La estabilización de la acidez del suelo por su poder amortiguador.
- c) La regularización de los niveles de disponibilidad de nutrimentos principales y de elementos menores mediante la formación de sustancias orgánicas que constituyen compuestos solubles. Se conoce que los ácidos orgánicos del suelo influyen de manera apreciable en la solubilización y movilización de componentes inorgánicos.
- d) Los fenómenos de absorción.

La materia orgánica también afecta algunas propiedades físicas muy importantes del suelo como; la estructura del suelo, favoreciendo la formación de agregados individuales, reduciendo la agregación total o global del suelo y disminuyendo la plasticidad del mismo, el uso más eficiente del agua, entre otros. Cabe resaltar que la materia orgánica mejora la infiltración del contenido de agua en el suelo por ende la producción del cultivo será aceptable.

#### **2.1.4.2 Fertilidad**

La fertilidad del suelo es aquella que contiene los principales elementos nutritivos que la vegetación necesita para su alimentación, dichos nutrientes se obtiene a través de la descomposición y transformación de la materia orgánica. Un suelo que carece de dichos nutrientes es considerado estéril y por ende improductivo. Se puede decir además que es una propiedad que se refiere directamente a la cantidad de nutrientes que puede poseer el suelo, cada alimento

o nutriente cumple una función en el desarrollo y crecimiento próspero de una planta.

### **Macronutrientes:**

- a) **Nitrógeno (N).**- Contribuye al desarrollo follar de las plantas, es un elemento químico principal para la formación de proteínas denotando buenas cosechas.
- b) **Fósforo (P).**- Contribuye al desarrollo de raíces en abundancia, ayuda a la maduración de los frutos e indispensable en la formación de semillas.
- c) **Potasio (K).**- Ayuda a la formación de tallos vigorosos, formación de azúcares, almidones, aceites, protege a las plantas de plagas y enfermedades.
- d) **Azufre (Z).**- Contribuye al desarrollo óptimo del sistema radicular, actúa en la formación de clorofila y en el contenido de azúcar de los frutos.
- e) **Calcio (Ca).**- Permite que la planta pueda tomar fácilmente los nutrientes del suelo, contribuye al crecimiento de raíces y tallos.
- f) **Magnesio (Mg).**- Ayuda en la formación de aceites, es un elemento primordial en la formación de clorofila.

### **Micronutrientes:**

- a) **Cobre (Cu).**- Catalizador para la respiración y constituyente de enzimas.
- b) **Hierro (Fe).**- Catalizador de las propiedades de óxido-reducción de las plantas, base fundamental en la formación de algunas enzimas y proteínas.
- c) **Zinc (Zn).**- Interviene en la formación de hormonas para el crecimiento de las plantas y la formación de proteínas.
- d) **Manganeso (Mn).**- Poco solubles en suelos alcalinos y calizos, participan en compuestos orgánicos, favorece la oxidación por acción biológica.

### **2.1.4.3 Potencial de Hidrógeno (pH)**

El pH de cualquier medio acuoso es igual a menos (-) el logaritmo de la actividad del ión H<sup>+</sup>. Despreciando la interacción iónica, es decir que esta dada por la concentración de hidrogeniones (H<sup>+</sup>) en la solución del suelo. Una de las características más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del suelo y los factores asociados con ella. Los factores que hacen que el suelo tenga un determinado valor de pH son diversos: naturaleza del material, factores bióticos, precipitaciones, entre otros.

- **Acidez – Alcalinidad**

Generalmente las sustancias pueden ser ácidas, alcalinas y neutras. A través del proceso de putrefacción también llamado proceso de emanación de ácidos húmicos de la capa de materia orgánica. Para transformarse en humus, intervienen los hongos y las bacterias mismas que, van elaborando sustancias ácidas, debido a esto el particular característico negruzco y polvoriento de la tierra denotando acidez, pero para contrarrestar su acidez, los campesinos generalmente aplican cal, siendo que al contacto con el agua forman las denominadas sustancias alcalinas.

## **2.3 Clasificación Agrológica**

Se suele definir la capacidad agrológica como un sistema consistente en copilar todos los datos importantes que conduzcan a una valoración de la capacidad productiva de los suelos, teniendo en cuenta que el uso agrícola intensivo del suelo sea compatible con el mantenimiento de la capacidad productiva.

La clasificación de los suelos según su capacidad agrológica permite valorar el grado de explotación agrícola, ganadera y forestal, que puede someterse un terreno sin dañar su capacidad productiva. Pero para poder realizar dicha valoración es requisito indispensable el haber efectuado previamente un reconocimiento de la morfología y propiedades de los suelos.

- a) **Clase I.-** En esta clase se encuentran los suelos apropiados para uso agrícola intensivo o con capacidad de uso muy elevada. Los suelos de esta clase no tienen limitaciones que restringen su uso. Apropriados para cultivar sin métodos especiales. Son suelos llanos y sin problemas de erosión o muy pequeños. Son suelos profundos, generalmente bien drenados y fácilmente de trabajar, tienen una buena capacidad de retención de agua, están provistos de nutrientes y responden a la fertilización.
- b) **Clase II.-** Son suelos apropiados para un uso agrícola intensivo o con capacidad de uso elevada. Los suelos de esta clase tienen algunas limitaciones que reducen los cultivos posibles de implantar o requieren algunas prácticas de conservación. Son suelos buenos que, pueden cultivarse mediante labores adecuadas de fácil aplicación.
- c) **Clase III.-** Se incluyen los suelos susceptibles de utilización agrícola moderadamente intensiva. Los suelos de esta clase tienen importantes limitaciones en su cultivo son medianamente buenos. Pueden utilizarse de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos adecuada o un tratamiento pertinente. Se encuentran situados sobre pendientes moderadas y por tanto, el riesgo de erosión es más severo en ellos y su fertilidad es más baja.
- d) **Clase IV.-** Esta clase menciona que se encuentran los suelos que tienen posibilidades de utilización en uso agrícola restringido. Son suelos apropiados para cultivos ocasionales o muy limitados con métodos intensivos. Estos presentan limitaciones muy severas que restringen la



elección del tipo de cultivo o requieren un manejo muy cuidadoso y costoso.

- e) **Clase V.-** En esta clase se encuentran los suelos que son adecuados para soportar vegetación permanente, no son apropiados para cultivo por su carácter encharcado, pedregoso o por otras causas. La pendiente es casi horizontal, no son susceptibles de erosión. El pastoreo debe ser regulado para evitar la destrucción de la cobertura vegetal.
- f) **Clase VI.-** Los suelos de esta clase se hallan sujetos a limitaciones permanentes, pero moderadas, y son inadecuados para el cultivo. Su pendiente es fuerte o son muy someros.
- g) **Clase VII.-** Estos suelos presentan limitaciones permanentes y severas cuando se emplean para pastos o silvicultura. Son suelos con pendientes, erosionados, accidentados, someros, áridos o inundados.
- h) **Clase VIII.-** Los suelos de esta clase no son aptos ni para silvicultura ni pastos. Deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para conservación de los recursos hidrológicos.

## **2.4 Prácticas de conservación del suelo**

Las prácticas de conservación del suelo radican en estructuras conservacionistas las cuáles ofrecen beneficios para la agricultura, el medio ambiente y por ende el agricultor. Se busca la conservación máxima del suelo, ya que el verdadero problema de la agricultura es su pérdida y degradación, obligando a establecer medidas de mitigación a favor del suelo (Martínez, *et al.* 2011). Para evitar la pérdida de suelo hay que adoptar técnicas como la reducción y minimización de labores culturales, el uso racional y tecnificado de fertilizantes químicos, la utilización de los restos vegetales de cosechas como medio natural de protección y fertilización de los suelos entre otros.

## 2.5 Franjas Vivas

Las Franjas Vivas son estructuras de conservación de suelos, que defienden al suelo de la erosión, provocada por diversos factores entre ellos las precipitaciones. Pueden ser consideradas franjas vivas, una formación de hileras de árboles, arbustos o pasto de hojas perennes y crecimiento denso, sembradas perpendiculares a la pendiente del terreno y siguiendo la dirección lineal de una Curva de Nivel con pendiente cero. La tierra retenida se acumula en la franja y aquel excedente puede ser agregada a los cultivos (FAO, 2007). Las hileras de plantas de crecimiento denso, forman una barrera continua y facilitan la reducción de la velocidad del agua de escorrentía y además actúa como filtros vivos, atrapando los sedimentos que lleva el agua y que escurre sobre el suelo (De León, 2009).

- **Ventajas**

- Mayor infiltración de agua
- Detiene agua de escorrentía
- Mejora la producción
- Incorpora materia orgánica
- El crecimiento es limitado y controlado

- **Desventajas**

- El prendimiento de la franja en la fase inicial, requiere de cuidados y labores culturales.
- En caso de no contar con precipitaciones es necesario proveer de agua a las plántulas, sobre todo en el primer mes crucial para el prendimiento de la planta.
- En el caso de pastos de crecimiento denso es necesario tener especial cuidado con los animales rumiantes, ya que pueden destruir por completo el crecimiento y desarrollo de la plantación para efecto de las franjas vivas.

## 2.6 Curvas de Nivel

Una curva de nivel es el trazo de una línea perpendicular a la pendiente, en la cual todos los puntos están alineados al mismo nivel. Las acequias, terrazas, barreras vivas y barreras muertas se construyen sobre las curvas de nivel, esto reduce notablemente la erosión y por lo tanto aumenta la retención del contenido de agua en el suelo.

Al realizar cultivos en suelos inclinados, hay que realizar las operaciones de cultivo en sentido perpendicular a la pendiente. De esta manera, cada surco actúa como una barrera que detiene el paso del agua. Al disminuir la escorrentía superficial, la capa fértil del suelo no es arrastrada por el agua, además se logrará un mayor aprovechamiento del agua que aumenta su infiltración, siendo paulatino el trayecto de la pendiente y siendo benéfico en terrenos destinados a la producción agrícola, (Castañeda, s.f).

- **Ventajas**

- Detiene el proceso de escorrentía superficial
- Mayor infiltración y retención del contenido de agua
- Favorece notablemente la estructura del suelo
- Retiene cantidades importantes de la capa fértil del suelo
- El suelo retenido puede ser incorporado nuevamente a la capa superficial

- **Desventajas**

- Requiere mantenimiento y limpieza periódica en los camellones.
- Es necesaria la mano de obra para la elaboración de las mismas en grandes extensiones.
- Especial cuidado con animales, ya que pueden hacer de esta guarida o bien dañar la estructura del camellón.



## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la presente investigación, se dispuso de materiales y equipos tanto de oficina como de campo los cuales sirvieron de apoyo en el cumplimiento de la metodología planteada derivando en base a cada objetivo propuesto.

#### 3.1 Materiales y Equipos de campo

Los materiales que se utilizaron, fueron clasificados en materiales y equipos de campo y oficina, además del recursos humano que se dispuso para la investigación, los cuales se indican a continuación.

**Cuadro 3.1** Materiales y Equipos de Campo

<b>Materiales.</b>	<b>Equipos</b>	<b>Recurso Humano</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Flexómetro de 50 m</li><li>• Libro de campo</li><li>• Estacas de madera de 50 cm</li><li>• Fundas de nylon para muestras de suelo</li><li>• Semillas de fréjol variedad Calima Rojo</li><li>• Plántulas de pasto Vetiver (<i>Crysopogon zizanioides</i>)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Computador</li><li>• Software ArcGIS 10.1</li><li>• Programa estadístico InfoStat versión 2013</li><li>• Navegador GPS Garmín</li><li>• Cámara Fotográfica</li><li>• Medidor de contenido de agua, Field Scout TDR 300</li><li>• Barreno Edelman</li><li>• Nivel en A</li><li>• Vehículo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tesista</li><li>• Directora</li><li>• Asesores</li><li>• Estudiantes del tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Eugenio Espejo</li></ul>

**Elaboración:** El autor

Para la ejecución de la presente investigación se contó con la participación de cinco estudiantes del tercero de bachillerato especialidad Agropecuaria (promoción 2014), de la Unidad Educativa Eugenio Espejo, quienes se sumaron a las actividades prácticas y labores culturales de campo efectuadas durante la investigación.

### **3.2 Metodología**

La presente investigación deriva como fase inicial de estudios, que se realizan en la cuenca media del río Mira, dentro del proyecto PROMETEO “Recuperación de Suelos Degradados de la Cuenca Media del río Mira”. El estudio se realizó en conjunto a investigaciones que comprenden la caracterización ambiental de la zona de estudio mediante cartografía temática que para efecto del mismo se analizó y evaluó los componentes biótico, abiótico y socioeconómico.

La investigación consistió además, la medición de variables planteadas en un período de cinco meses en un experimento, el cual prueba dos estructuras conservacionistas: franjas vivas y curvas de nivel, en combinación con la labranza mínima, a ser comparadas con la labranza tradicional o convencional. Para el efecto del mismo se han dispuesto los tratamientos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DCA).

Finalmente se desarrolló una correlación entre las variables propuestas para contar con más elementos de discusión del trabajo investigativo. Se determinó la significancia al correlacionar dichas variables, concluyendo cuál fue la estructura conservacionista que mejor adaptabilidad tiene y por ende la mejor para esta condición de suelo.

### **3.3 Caracterización del área de estudio**

Mediante recorridos en el área de estudio, utilizando los equipos y materiales de campo necesarios para la generación de cartografía, en el Laboratorio de Geomática se realizó la caracterización del área de estudio, lo que proporcionó información relevante enfocada específicamente a los suelos destinados a áreas de cultivos.

La cuenca hidrográfica del río Mira está presente en tres provincias del norte Ecuatoriano Imbabura, Carchi y Esmeraldas, a la vez la desembocadura del río en mención está dirigida hacia la frontera Colombiana. Para efecto de la delimitación cartográfica se realizó en el rango altitudinal que involucra los 0 msnm, hasta las cimas en las elevaciones montañosas Ecuatorianas (Anexo 1, Mapa1). La investigación se centró y fue desarrollada en un área de investigación, producto de la delimitación del río Tablas y río Blanco. La fase de campo del ensayo o experimento se ubica en la provincia del Carchi, cantón Mira, parroquia Jacinto Jijón y Caamaño, en los predios de la Unidad Educativa Experimental Eugenio Espejo (Anexo 1, Mapa 2).

#### **3.3.1 Ubicación**

El área experimental para la investigación fue Geo-referenciada mediante el uso del navegador GPS Garmín, empleando la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Horizontal World Geodetic System (WGS) 1984, Zona 17 Sur. (Anexo 1, Mapa 3).

**Cuadro 3.2** Ubicación del Ensayo

<i>Provincia</i>	Carchi
<i>Cantón</i>	Mira
<i>Parroquia</i>	Jacinto Jijón y Caamaño
<i>Sitio</i>	U.E. Eugenio Espejo
<i>Coordenada X</i>	806587 m
<i>Coordenada Y</i>	10082892 m
<i>Altitud</i>	990 msnm

**Fuente:** Mapa de Ubicación del Ensayo, ArcGIS versión 10.1

**Elaboración:** El Autor

### 3.4 Caracterización cartográfica

El desarrollo de la caracterización cartográfica se realizó mediante el uso del software ArcGIS, versión 10.1. El cuál se elaboró cartografía base de la cuenca del río Mira. De igual forma se realizó cartografía de ubicación del ensayo, para determinar la localización geográfica del área de investigación, así también cartografía temática, para lo cuál se delimitó la microcuenca de los ríos Blanco y Tablas, debido a que en el interfluvio de estos dos afluentes del río Mira se encuentra el experimento. Para esta última, se utilizó coberturas digitales del Instituto Geográfico Militar, que se obtuvieron desde la página web del Sistema Nacional de Información (SNI, 2013).

La caracterización del componente biótico se realizó mediante un mapa de zonas de vida y coberturas vegetales (determinación de ecosistemas). El componente abiótico se desarrolló acorde a cartografía de los siguientes mapas: mapa de suelos, mapa de uso actual del suelo, mapa de pendientes, mapa de las clases agrológicas y mapa hidrológico, en los que se analizó y detalló la información correspondiente al área de investigación.



También se analizó los valores de precipitación que fueron compilados de la Estación Meteorológica Mira - FAO Granja la Portada en el período (1990 – 2011), por ser estación cercana al área de estudio y estar activa a la fecha de la ejecución del ensayo, así mismo se tabuló valores de la estación Río Blanco en el período (1964 – 1992), ya que dicha estación se encuentra en el área de estudio. Se utilizó los datos agroclimáticos de precipitación mensual y temperatura media mensual, para la representación en un diagrama ombrotérmico en los cuáles se dispuso la cantidad de meses secos, húmedos y semihúmedos.

Dentro del componente socioeconómico se analizó datos informativos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2014), específicamente detallando la población económicamente activa general, de las parroquias Jacinto Jijón y Caamaño, El Goaltal, La Concepción y La Carolina, mismas que se encuentran aledañas al área donde se ejecutó el experimento. De esta manera, se realizó un mapa de la conjugación de la población total económicamente activa y las parroquias antes mencionadas.

### **3.5 Determinación de la influencia de dos sistemas de labranza conservacionistas comparados al sistema de labranza convencional**

Para efecto del mismo se desarrolló un Diseño Experimental en campo que consistió en un cultivo de fréjol, aplicando dos sistemas de labranza conservacionista. Para el caso de la investigación fueron consideradas las Franjas Vivas y Curvas de Nivel, comparados a la labranza convencional.

#### **3.5.1 Manejo específico del ensayo**

El ensayo se desarrolló en un área de 1500 m<sup>2</sup>, en los que se evaluó la influencia de dos sistemas de labranza conservacionista: Franjas Vivas y Curvas

de Nivel, comparados con la labranza convencional, en las que se evaluó al Contenido de Agua, Materia Orgánica y pH del suelo.

### **3.5.2 Análisis de suelo**

Se realizó una calicata previa a una profundidad de 1m, con el propósito de caracterizar el tipo de suelo y conocer las propiedades físicas y químicas de la zona en la que se aplicó el ensayo. Se tomaron muestras de suelo de aproximadamente 1 kg, cada diez centímetros en el perfil de la calicata. Adicionalmente, se colectó nueve submuestras de suelo a una profundidad de entre 0 y 20 cm, en toda el área experimental, las cuales fueron debidamente homogenizadas para su posterior análisis.

Las muestras colectadas cada 10 cm del perfil del suelo en la calicata, fueron enviados al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. El análisis de suelo comprendió lo siguiente: pH; Materia Orgánica; Macronutrientes Nitrógeno ( $\text{NH}_4$ ), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (Z) y Micronutrientes (Manganeso (Mn), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Boro (B)). Las muestras colectadas fueron en total seis, esto quiere decir hasta los 60 cm de profundidad de la calicata. Esto debido a que por la presencia de recientes precipitaciones, así como la irregularidad de infiltración de agua, permitió que se sature el suelo, denotando graves problemas para realizar la calicata así también la dificultad de colecta de muestras por la cantidad de agua que se acumuló en dicha área.

Además se colectó en total nueve submuestras en el área total destinada para el experimento, las muestras se tomaron al azar, utilizando un barreno se procedió a colectar a una profundidad de 0 a 20 cm. Las nueve submuestras se homogenizaron para formar una sola muestra íntegra y se envió al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. La muestra comprendió los siguientes análisis: pH; Materia Orgánica;

Macronutrientes Nitrógeno (NH<sub>4</sub>), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (Z)) y Micronutrientes (Manganeso (Mn), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Boro(B) y determinación de texturas de (Arcilla, Limo y Arena) en cantidades porcentuales, denotando definitivamente la clase textural del área edáfica del experimento.

### **3.6 Establecimiento del ensayo en campo**

La investigación se realizó en un predio de la Unidad Educativa Eugenio Espejo, y para efecto procedente del compromiso entre los entes educativos se procedió a la firma del Convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Unidad Educativa Eugenio Espejo y la Universidad Técnica del Norte, mismo que se firmó el 17 de Julio del 2014.

El experimento se implementó en un área de 1500 m<sup>2</sup>, en donde se procedió a trazar Curvas de Nivel con pendiente cero y en los tratamientos correspondientes, se plantaron las Franjas Vivas con pasto de crecimiento denso de la especie vetiver (*Crysopogon zizanioides*). En toda el área del experimento se sembró el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Calima Rojo.

#### **3.6.1 Preparación del suelo**

Para la preparación del suelo se realizó primeramente, el desalojo moderado de maleza, es decir especies arbustivas y de raíces pivotantes, de tal manera que el suelo no quedara descubierto en su totalidad en el área experimental. La preparación del suelo se realizó mediante labores culturales sin la intervención de maquinaria de tracción mecánica o animal, denotando claramente la labranza mínima. Posteriormente, se realizó la remoción del suelo, la aireación y el rompimiento de terrones, garantizando condiciones óptimas del suelo para la siembra.

### **3.6.1.1 Trazado de Curvas de Nivel**

Mediante el manejo adecuado de un nivel en A, se determinó la tendencia y se procedió al trazado de las curvas de nivel considerando una pendiente cero para este tipo de estructura conservacionista. Se realizó el señalamiento de las tendencias y direccionamiento de las Curvas de Nivel con cal. Este procedimiento garantiza la fijación de la guía, así también establece los distanciamientos respectivos entre tratamientos de las estructuras conservacionistas consideradas para el experimento.

- **Elaboración del camellón**

En la estructura conservacionista denominada Curvas de Nivel se procedió a levantar un camellón con las siguientes características: 30 cm de profundidad; 40 cm de ancho y en una longitud de terreno correspondiente a 4 x 16 m en cada repetición, (Anexo 3). El camellón como tal, en la Curva de Nivel cumple la función de retener el agua de escorrentía superficial, así también puede retener los sedimentos que por acción de la fuerza del agua puede ser arrastrada la capa fértil del suelo, de forma que se acumulan en el camellón. Los sedimentos y suelo residual acumulado en el camellón puede ser devuelto a la parcela mediante labores culturales, de tal manera que en el camellón no colapse y deje de ser útil para la estructura conservacionista.

### **3.6.1.2 Implementación de Franjas Vivas**

Mediante un clinómetro se determinó que el porcentaje de inclinación de la pendiente es del 12% en el área del ensayo y por ende, se evidencia la necesidad de implementar estructuras conservacionistas como son las Franjas Vivas. Para el establecimiento de dicha estructura conservacionista se eligió como referencia la guía y tendencia que las Curvas de Nivel determinan. De este modo en un espacio de 4 x 16 m de parcela por cada repetición (Anexo 3) entre tratamiento, se

sembró la especie de pasto vetiver (*Crysopogon zizanioides*). La especie en mención se obtuvo a manera de esquejes, mismos que un día antes de la implementación del experimento fueron extraídos del suelo y podados, de manera que todas las plántulas tenían una cantidad similar de raíces y una longitud de 30 cm de cada esqueje.

Para efecto de las Franjas Vivas, en 4 m longitudinales de cada parcela destinada para este tipo de estructura conservacionista y siguiendo la tendencia de la Curva de Nivel, se plantó 30 esquejes de manera manual con la finalidad de obtener un óptimo desarrollo y crecimiento de la planta. La especie vetiver (*Crysopogon zizanioides*), necesita condiciones húmedas en el suelo para lograr el prendimiento, es así que el riego fue asistido durante las tres primeras semanas, esto se debió, además a la irregularidad de precipitaciones a la fecha de la siembra de la especie en mención.

### **3.6.1.3 Semilla y siembra**

Para la ejecución de la siembra, fue necesario realizar un surcado siguiendo el diseño y tendencia de la Curva de Nivel con pendiente cero, con la misma condición topográfica que presenta el sitio de ensayo. En las parcelas destinadas a la labranza tradicional se procedió a realizar las labores culturales de acuerdo a las prácticas agrícolas de los lugareños es decir un surcado lineal en contra de la pendiente. La siembra y labores culturales antes mencionadas se realizaron de forma manual con la participación activa de los cinco estudiantes de la Unidad Educativa Eugenio Espejo y la semilla empleada fue fréjol variedad Calima Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.).

#### **3.6.1.4 Riego**

Para el área de terreno del ensayo no hubo suministro de agua, el abastecimiento dependió únicamente de las precipitaciones marcadas de época lluviosa y para el caso especial de prendimiento de la especie *Crysopogon zizanioides*, el riego fue asistido, de esta manera se garantiza también la veracidad de los datos obtenidos por la ejecución del experimento.

#### **3.6.2 Registro de datos**

Las mediciones y los muestreos del suelo fueron registrados con una frecuencia mensual. La primera medición se realizó al primer mes de la siembra. Para los análisis de pH y materia orgánica, se tomó muestras de suelo representativas en cada tratamiento en las tres repeticiones, las cuáles fueron debidamente homogenizadas y enviadas al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. En total se analizaron nueve muestras mensualmente. Para efecto de la medición del contenido de agua del suelo, se empleó el equipo Field Scout TDR 300, el cuál mide digitalmente el porcentaje del contenido de agua del suelo. Los datos fueron tomados a dos profundidades: entre los 0 y 20 cm; y entre los 20 y 40 cm, respectivamente. Con el fin de garantizar la homogeneidad de las condiciones, todos los muestreos fueron realizados en el mismo día.

#### **3.6.3 Análisis de datos**

Los resultados obtenidos del Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, y las mediciones efectuadas mensualmente en cada tratamiento del ensayo, fueron tabulados y se sometieron a los análisis estadísticos establecidos para la investigación. Para la presente

investigación, se planteó un diseño experimental el cual consta de los componentes descritos a continuación.

### **3.6.4 Análisis de Diseño Experimental – Estructuras Conservacionistas**

Las estructuras conservacionistas empleadas en el experimento para comprobar el efecto positivo o no, se detallan de la siguiente manera:

1. Franjas Vivas en combinación con Labranza Mínima
2. Curvas de Nivel en combinación con Labranza Mínima
3. Sistema de Labranza Convencional

#### **3.6.4.1 Tratamientos**

Los tratamientos evaluados en el experimento se presenta en el Cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3** Tratamientos evaluados

<b>Simbología</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>T1</b>	Franjas Vivas en combinación con Labranza Mínima
<b>T2</b>	Curvas de Nivel en combinación con Labranza Mínima
<b>T3</b>	Sistema de Labranza Convencional

**Elaboración:** El autor

#### **3.6.4.3 Diseño Experimental**

El diseño experimental empleado para la ejecución del ensayo fue el Diseño Completamente al Azar (D.C.A), y consta de tres tratamientos y tres repeticiones, en total nueve unidades experimentales.

#### 3.6.4.4 Características del Diseño Experimental

- Tipo de diseño : (D.C.A)
- Tratamientos : 3
- Repeticiones : 3
- Unidades experimentales : 9

#### 3.6.4.5 Esquema del análisis Estadístico

El esquema estadístico que presenta el ensayo se detalla mediante un análisis de varianza ADEVA, con las siguientes características.

**Cuadro 3.4** Esquema del ADEVA (Análisis de varianza)

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	8
Tratamientos	2
Error Experimental	6

Elaboración: El autor

#### 3.6.5 Análisis estadístico

Para evaluar la significancia estadística del ensayo, se aplicó tres pruebas: DUNCAN (5%), TUKEY (5%) Y DUNNET (5%), mediante el empleo del programa estadístico InfoStat versión 2013. Las pruebas fueron aplicadas únicamente cuando se encontró significancia estadística en el análisis de varianza.

#### 3.6.6 Variables evaluadas

**Contenido de agua en el suelo (% volumétrico).**- En cada unidad experimental se realizó 10 mediciones y el proceso fue repetitivo durante cuatro meses. La



evaluación se realizó entre los 0 - 20 cm de profundidad y entre los 20 - 40 cm de profundidad respectivamente con el equipo TDR 300 Soil Moisture Meter Field Scout, los datos compilados fueron debidamente registrados en un libro de campo elaborado.

**Materia orgánica.-** De cada unidad experimental se registró 10 submuestras, las cuales se homogenizaron para formar una muestra íntegra y el proceso fue repetitivo durante cuatro meses. La evaluación se realizó entre los 0 y 20 cm de profundidad y fueron enviadas al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP para el análisis respectivo.

**pH.-** En cada unidad experimental se registró 10 submuestras, mismas que fueron homogenizadas, de manera que se disponga en una sola muestra y el proceso fue repetitivo durante cuatro meses. La evaluación fue entre los 0 y 20 cm de profundidad del suelo y fueron enviadas al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

### 3.7 Análisis de correlación

El análisis de correlación se efectuó para determinar la significancia estadística entre las variables propuestas, en función de los tratamientos investigados, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$r = \frac{C_{xy}}{\sqrt{S_x^2 \times S_y^2}}$$

Dónde:

r: Coeficiente de Correlación

$C_{xy}$ : Producto de Variables (x)(y)

$S_x^2$ : Variable independiente

$S_y^2$ : Variable independiente

El análisis de correlación se efectuó con los datos obtenidos en el experimento, mismos que se tabularon y se analizaron mediante el uso del programa estadístico InfoStat versión 2013. Para el caso del Contenido de Agua en el suelo se tomó la media mensual a dos profundidades 10-20 cm y 20-40 cm, mientras que la Materia Orgánica y el pH de los resultados de análisis de suelo, que de igual manera, se efectuaron mensualmente en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

El análisis de correlación se lo realizó para determinar la existencia de una asociación entre las variables analizadas, mismo que proporcionó datos suficientes para la discusión final de la investigación.

**Cuadro 3.5** Correlación entre las variables evaluadas

Contenido de agua 0-20 cm	vs	Contenido de agua 20-40 cm
Contenido de agua 0-20 cm	vs	Materia orgánica
Contenido de agua 0-20 cm	vs	pH
Contenido de agua 20-40 cm	vs	Materia orgánica
Contenido de agua 20-40 cm	vs	pH
Materia orgánica	vs	pH

**Elaboración:** El autor

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se muestra los resultados obtenidos de los estudios realizados, los cuales fueron tabulados, interpretados y redactados de acuerdo a los objetivos propuestos en la investigación, analizando en base a la literatura citada y discutiendo con otras investigaciones y resultados en campo, con el fin de validar el trabajo investigativo.

#### **4.1 Delimitación de la cuenca media del río Mira**

El área de influencia de la investigación abarca dos provincias Imbabura y Carchi, los cantones involucrados son Ibarra, Pimampiro y Mira. El ensayo se efectuó en el cantón Mira, parroquia Jacinto Jijón y Caamaño. La delimitación de la cuenca media del río Mira se realizó en un rango de altitud de 750 – 3000 msnm, es decir la cuenca del río Mira en su totalidad fue considerada involucrando los territorios ecuatorianos y colombianos (Anexo1. Mapa 1).

#### **4.2 Caracterización del área de estudio en función de cartografía temática**

La caracterización se realizó en función a cartografía base y temática (Anexo 1), obteniendo resultados de los componentes: Biótico, Abiótico y Socioeconómico. La cartografía elaborada para cada componente es resultante de la delimitación del río Blanco y río Tablas (Anexo 1, Mapa 3), del cuál resultó el interfluvio en el que se evidencia el sitio de ensayo para la investigación. También se realizó un mapa del punto exacto de ubicación del experimento en campo

localizado en los predios de la Unidad Educativa Eugenio Espejo, de la parroquia Jacinto Jijón y Caamaño, perteneciente al cantón Mira (Anexo 1, Mapa 2).

#### 4.2.1 Componente Biótico

Este componente comprendió de información cartográfica sistematizada, detallando resultados específicos de las 18351.35 ha del área de influencia investigativa, misma que es resultante de la delimitación del río Blanco y río Tablas, obteniendo los siguientes resultados:

- **Zonas de Vida según Holdridge**

Las Zonas de Vida determinadas mediante cartografía temática (Anexo 1, Mapa 4), presentan resultados en base a 18351.35 ha, del área de influencia de la investigación, los datos resultantes se presentan en el Cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1** Zonas de Vida

N°	Código	Descripción	Superficie (ha)
1	<b>bhMB</b>	Bosque húmedo montano bajo	11849.72
2	<b>bhPM</b>	Bosque húmedo pre montano	5570.00
3	<b>bmhMB</b>	Bosque muy húmedo montano	931.63
Total			18351.35

**Fuente:** Mapa de Zonas de Vida, (MAGAP, 2003)

En el área de influencia de la investigación, se determinó cartográficamente las Zonas de Vida, calificándolas según Holdridge en tres. De acuerdo a la información sistematizada, la primera corresponde a Bosque húmedo montano bajo, mismo que se encuentra en un rango altitudinal entre los 1800 y 2000 msnm, en los que se puede apreciar bosques protectores de cuencas hidrográficas, así mismo consideradas tierras muy productivas; la segunda corresponde a Bosque húmedo pre montano, el cual fluctúa en un rango altitudinal de entre los 1000-2000 msnm, la vegetación en dicha zona se encuentra constantemente amenazada y propensa a daños irreversibles con la aplicación de cultivos intensivos, siendo la

excepción solo los sitios de difícil acceso, finalmente el Bosque muy húmedo montano, tratándose de una zona de características especiales en la que puede aflorar fácilmente pastos con asociaciones de arbustos, entre otros.

En tanto que, según Herrando *et al* (2012), el Bosque Montano Andino y en especial la franja tropical de la Cordillera de los Andes, atribuye puntos de alta biodiversidad endémica a nivel global, por ende las formaciones de Zonas de Vida son más reducidas, creando sitios propicios para determinadas especies florísticas y faunísticas, de tal manera que es necesario realizar prácticas de conservación para optimizar las áreas destinadas a cultivos, evitando el avance de la frontera agrícola a estas zonas sensibles ante cualquier intervención humana.

Así mismo MAE (2012), determina que los bosques montanos de la vertiente oriental y occidental cubren un rango aproximado desde los 3000 a 1500 msnm, mismos que mientras más desciende bajo los 1500m, existe una formación de ecosistemas con excepcional biodiversidad, presentando patrones de intercambio de especies y comunidades debido a la heterogeneidad de hábitats, producto de las gradientes ambientales.

De manera esquemática se muestran los resultados en la Figura 4.1.

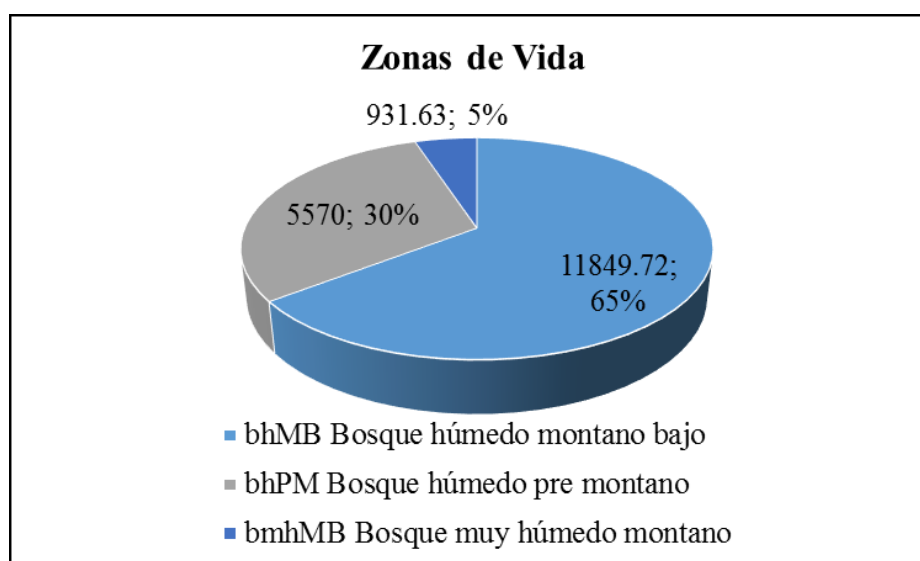


Figura 4.1 Proporción Zonas de Vida

De acuerdo a los resultados obtenidos el 65% (11849.72 ha) del total del área de influencia de la investigación, predomina el Bosque húmedo montano bajo; así también el 30% (5570.30 ha ) como Bosque húmedo pre montano y con el 5% (931.63 ha) se puede notar la Zona de Vida determinada cómo Bosque muy húmedo montano.

- **Cobertura Vegetal**

La Cobertura Vegetal se determinó mediante cartografía (Anexo 1, Mapa 5), en concordancia con las principales características, mismas que presentan la delimitación del área de investigación, los resultados se presentan en el Cuadro 4.2.

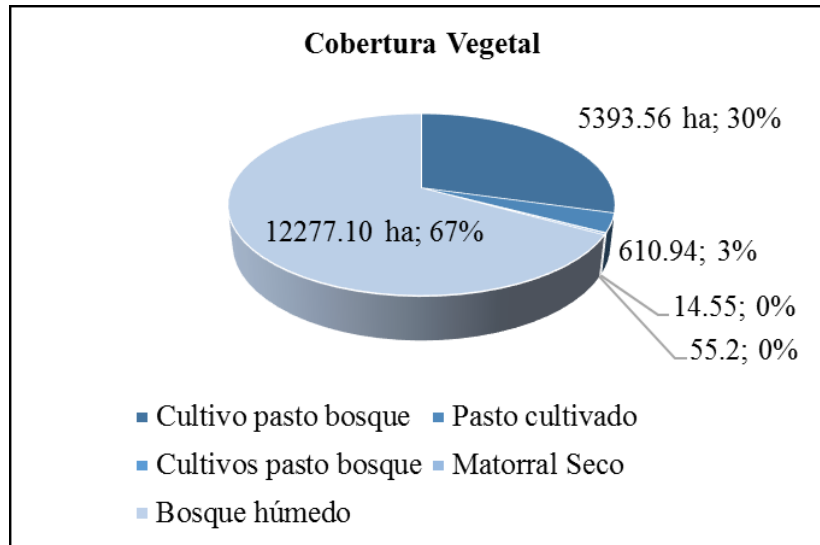
**Cuadro 4.2** Cobertura Vegetal

<b>Cobertura Vegetal</b>		
<b>N°</b>	<b>Leyenda</b>	<b>Superficie (ha)</b>
1	Cultivo pasto bosque	5393.56
2	Pasto cultivado	610.94
3	Cultivos pasto bosque	14.55
4	Matorral seco	55.20
5	Bosque húmedo	12277.10
Total		18351.35

**Fuente:** Mapa de Cobertura Vegetal, (MAGAP, 2003)

De acuerdo a la información sistematizada de la cartografía, la delimitación para la investigación se realizó en la microcuenca del río Tablas y río Blanco, debido a que en el interfluvio de los mismos es donde se estableció el experimento, de tal manera el área corresponde a 18351.35 ha. La Cobertura Vegetal del área corresponde en su mayoría a Bosque húmedo; sin embargo en el área experimental domina el Pasto cultivado. Así también el MAE (2012), confirma que en esta zona ecosistémica proliferan las hierbas, arbustos y epífitas.

De manera gráfica se muestran los resultados en la Figura 4.2.



**Figura 4.2** Descripción del Uso actual del suelo

La Cobertura Vegetal del área de investigación en 66.9% (12277.10 ha) corresponden a Bosque Húmedo, así mismo con un 29.4% (5393.56 ha) Cultivo Pasto Bosque. Mientras que el Pasto Cultivado con tan solo 3.32% (610.94 ha) del área total es la cobertura que atribuye al sitio de ensayo y se puede reconocer rápidamente por las evidencias de actividades agrícolas notándose cultivos de ciclo corto y crianza de animales menores. Además siendo que, muchas son parcelas pequeñas y que están en completo abandono, por lo que el pasto tiende a proliferar aceleradamente y más aún con las condiciones climáticas que presenta la zona.

#### 4.2.2 Componente Abiótico

- **Tipos de Suelo**

Los órdenes de suelos que se encuentran en el área del ensayo y según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Servicios de Conservación de los Recursos Naturales (NRCS) son: Entisol e Inceptisol (Anexo 1, Mapa 6). En el Cuadro 4.3 se muestra cada orden, suborden, grangrupo y superficie de cada clasificación del suelo. En el área delimitada para la investigación se

identificaron 2 órdenes, 3 subórdenes y 4 grangrupos según la clasificación taxonómica de suelos.

**Cuadro 4.3** Clasificación taxonómica de suelos

<b>Clasificación Taxonómica de Suelos</b>				
<b>N°</b>	<b>Orden</b>	<b>Suborden</b>	<b>Grangrupo</b>	<b>Superficie (ha)</b>
1	Entisol	Orthent	Ustorthent	7431.83
2	Inceptisol	Andept	Dystrandept	9353.41
3	Inceptisol	Andept	Hydrandept	8.33
4	Inceptisol	Tropept	Dystropept	1557.78
Total				18351.35

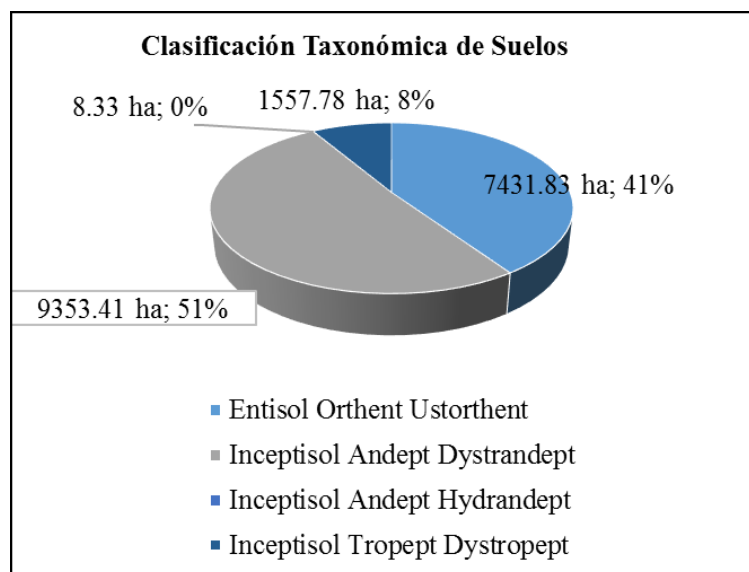
**Fuente:** Mapa de Suelos, (MAGAP, 2003)

Los suelos de orden Entisol, en general son suelos ácidos de baja fertilidad, la textura tiende a ser moderadamente gruesa, aunque suele ser difícil reconocer este tipo, ya que no muestran un desarrollo definido de perfiles. Según Chinchilla, Mata y Alvarado (2011), son de estructuras frágiles y muy propensos a procesos erosivos por ende, a deslizarse por factores atmosféricos como las precipitaciones.

Los suelos de orden Inceptisol son de naturaleza volcánica y sedimentaria, de ambientes semihúmedos a húmedos, que generalmente presentan grados moderados de desarrollo del suelo, además son pobres en materia orgánica. De acuerdo a los análisis preliminares de suelos efectuados en el área del experimento corresponde a a textura Franca, siendo evidente por la cantidad de arcilla en el área que tuvo intervención para efecto de la investigación.

De manera esquemática se muestran los resultados en la Figura 4.3.





**Figura 4.3** Clasificación taxonómica de suelos.

De acuerdo a los resultados se resalta que el 51% (9353.41 ha), corresponden a suelos de tipo Inceptisol- Andept- Dystrandept; con un equivalente del 41% (7431.83 ha) Entisol- Orthent- Ustorthent; del mismo modo se puede apreciar un 8% (1557.78 ha) Entisol- Orthent- Dystropept y finalmente con tan solo 8.33 ha valor no significativo para una equiparación porcentual se presenta el suelo Entisol- Orthent- Hydrandept.

- **Uso del suelo**

El uso actual del suelo se determinó cartográficamente de acuerdo a las características descriptivas principales, que presenta el área de influencia de la investigación, resultando en 8 descripciones y su respectivo uso actual (Anexo 1, Mapa 7).

**Cuadro 4.4** Uso del suelo

Uso del Suelo			
Nº	Descripción	Uso	Superficie (ha)
1	70% Bosque Intervenido / 30% Vegetación Arbustiva	Conservación y Protección	10639.41
2	Bosque Natural	Conservación y Protección	2246.08

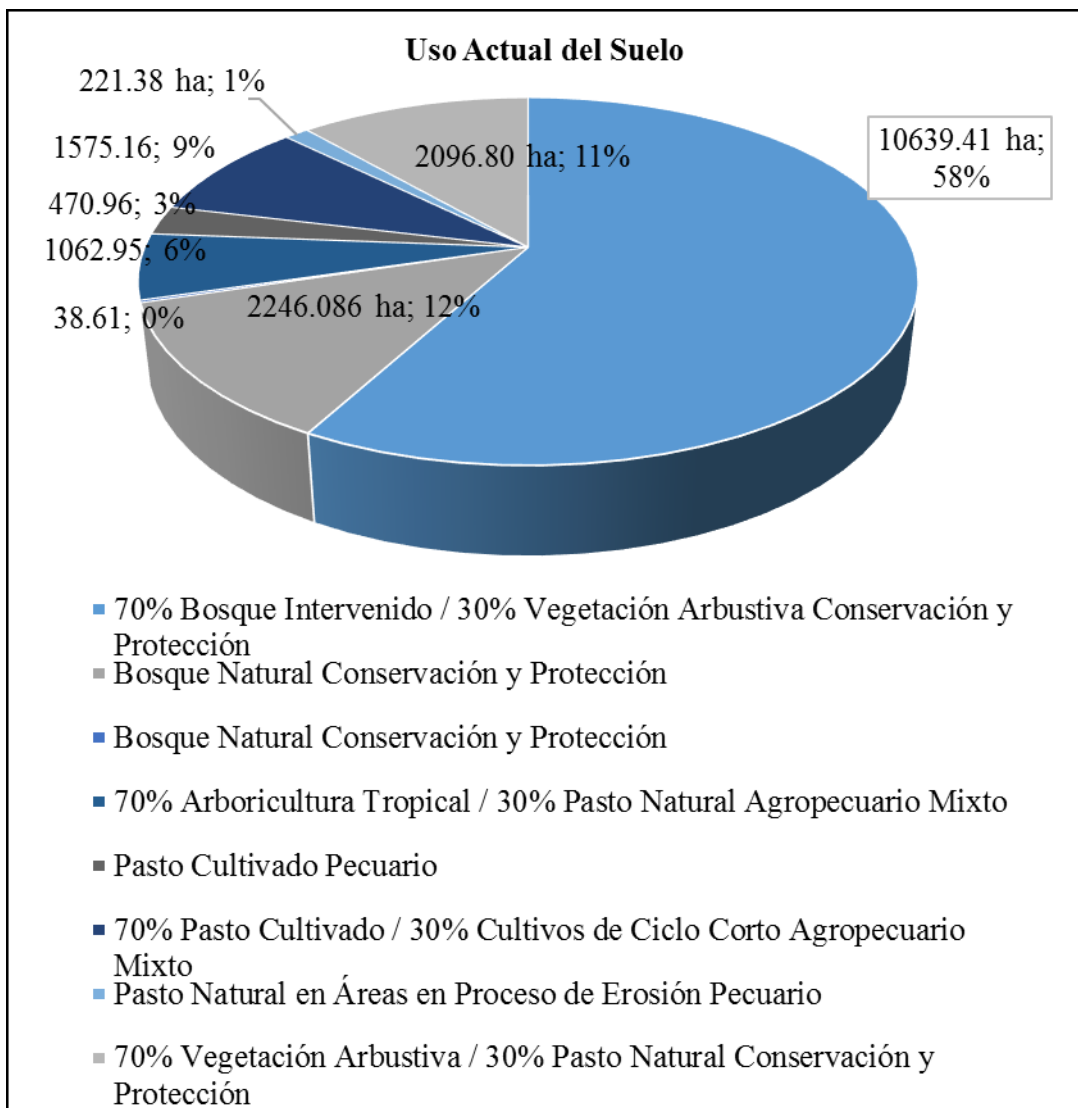
3	Bosque Natural 70% Arboricultura Tropical / 30%	Conservación y Protección	38.61
4	Pasto Natural	Agropecuario Mixto	1062.95
5	Pasto Cultivado 70% Pasto Cultivado / 30% Cultivos de	Pecuario	470.96
6	Ciclo Corto Pasto Natural en Áreas en Proceso de	Agropecuario Mixto	1575.16
7	Erosión 70% Vegetación Arbustiva / 30% Pasto	Pecuario	221.38
8	Natural	Conservación y Protección	2096.80
<b>Total</b>			<b>18351.35</b>

**Fuente:** Mapa de Uso del Suelo, (MAGAP, 2003)

La cuenca media del río Mira en su trayecto posee diferentes pisos altitudinales y por ende, la derivación del uso actual del suelo principalmente áreas destinadas a actividades agrícolas, agropecuarios, forestal, conservación y protección entre otros, es así que en el área de la investigación se ve que existe vegetación arbustiva, bosque natural y principalmente pasto natural en zonas reducidas donde se generan los procesos erosivos. Las zonas destinadas para cultivos de ciclo corto son reducidos y se conjugan con pastos cultivados que generalmente proceden de actividades agropecuarias mixtas donde también se evidencia los procesos erosivos del suelo.

De acuerdo a las visitas efectuadas, se pudo evidenciar visualmente las áreas destinadas a cultivos de ciclo corto, siendo útil la información sobre los potenciales usos que le dan al suelo, principalmente en el área de estudio con cultivos como maíz duro (*Zea mays*), fréjol de mata (*Phaseolus* sp), tomate (*Solanum betaceum*), guayaba (*Psidium guajava* L.) entre otros, que son de subsistencia familiar y para abastecer a los mercados mayoristas de las ciudades más próximas al área. Además se pudo evidenciar la presencia de grandes extensiones en zonas de pendiente donde predomina el pasto natural y cultivado para la crianza ganado vacuno.

De manera esquemática se muestran los resultados en la Figura 4.4.



**Figura 4.4** Descripción del Uso del suelo

Las áreas destinadas a la Conservación y Protección atribuyen un 81% (15020.90 ha) del total del área de influencia para la investigación, así mismo el 15% (2638.11 ha) son destinadas al uso Agropecuario Mixto y finalmente un 4% (692.34 ha) es destinado a la actividad Pecuaría.

- **Pendientes**

El análisis del mapa de pendientes determina resultados con respecto a los relieves que se presentan en el área de estudio destinado a la investigación (Anexo 1, Mapa 8), clasificándolos en 5 tipos.

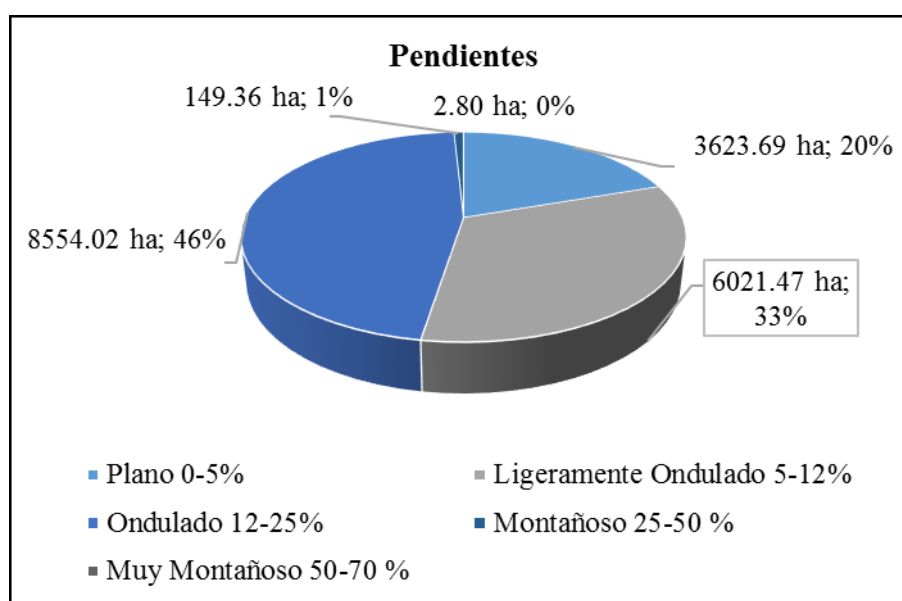
**Cuadro 4.5** Pendientes

N°	Pendientes	Superficie (ha)
1	Plano 0-5%	3623.69
2	Ligeramente Ondulado 5-12%	6021.47
3	Ondulado 12-25%	8554.02
4	Montañoso 25-50 %	149.36
5	Muy Montañoso 50-70 %	2.80
Total		18351.35

**Fuente:** Mapa de Pendientes

En el área de estudio se han clasificado las pendientes en 5 relieves, tal cómo se presenta en el Cuadro 4.5, de manera que en mayor proporción encontramos el relieve Ondulado, seguido por el relieve Ligeramente Ondulado, así también encontramos el relieve Plano y en menor proporción los relieves Montañoso y Muy Montañosos respectivamente. En tanto que, la mayoría porcentual correspondiente al relieve Ondulado, según el MAE (2012) considera un relieve general de tierras bajas, un macorelieve determinado cómo Piedemonte en el que coexisten mesorelieves tales cómo, Chevrone, Vertientes, Llanuras, Planicies entre otros.

De manera esquemática se muestran los resultados en la Figura 4.5.



**Figura 4.5** Descripción Pendientes

De acuerdo a los resultados se aprecia que el 46% (8554.02 ha) corresponde al relieve Ondulado (12-25%), seguido por el relieve Ligeramente Ondulado (5-12%) con el equivalente porcentual de 33% (6021.47ha), el relieve Plano (0-5%) con el 20% (3623.69 ha), así también con el 1% (149.36 ha) se presenta el relieve Montañoso (25-50%) y finalmente con tan solo 2.8 ha, valor que porcentualmente no tiene significancia en este análisis, corresponde al relieve Muy Montañoso (50-70%).

- **Clases Agrológicas**

Los resultados obtenidos del mapa de las clases agrológicas (Anexo 1, Mapa 9), determinan cuatro descripciones, tal cómo se detalla en el Cuadro 4.6.

**Cuadro 4.6** Clases Agrológicas

Nº	Clase	Descripción	Superficie (ha)
1	III	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, que requieren de prácticas especiales de conservación	133.01
2	V	Tierras no cultivables con severas limitaciones de humedad, aptas para pastos	492.20
3	VII	Tierras no cultivables, aptas para fines forestales	3229.76
4	VIII	Tierras aptas para conservación de vida silvestre	14496.38
Total			18351.35

**Fuente:** Mapa de Clases Agrológicas

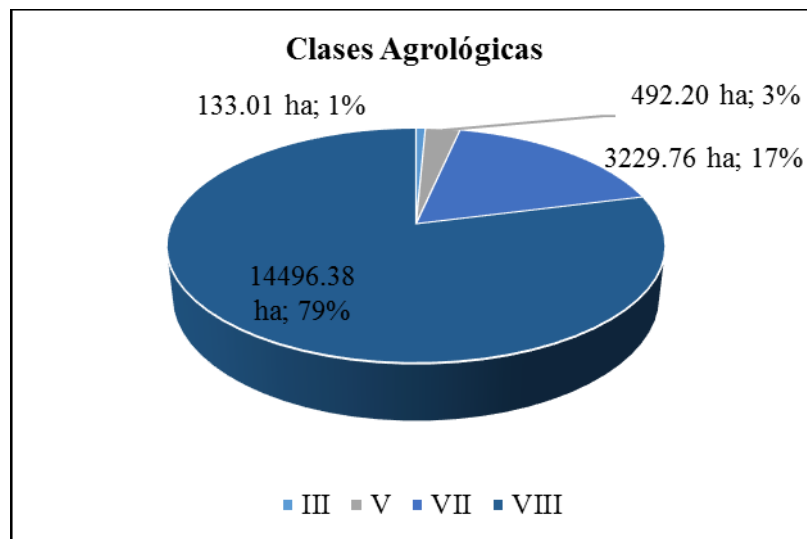
**Clase III:** Se incluyen los suelos apropiados para la utilización agrícola moderadamente intensiva. Pueden utilizarse de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos adecuada o un tratamiento conservacionista. Se encuentran situados sobre pendientes moderadas y, por tanto, el riesgo de erosión es más severo. El área del ensayo corresponde a esta clase, de tal manera que se aplicó un cultivo de fréjol, variedad Calima Rojo.

**Clase V:** Está representada por suelos no cultivables con severas limitaciones de humedad, apto para pastos. Estas suelos son planos sin problemas de erosión pero presentan riesgo de inundación o pedregosidad.

**Clase VII:** Los suelos no cultivables, aptos para fines forestales, se encuentran dentro de esta clase, estos suelos son superficiales, muy susceptibles a la erosión, con baja retención de agua y excesiva escorrentía.

**Clase VIII:** Esta clase está representada por suelos aptos para conservación de vida silvestre o de fines de esparcimiento, siendo una clase importante para la preservación de la naturaleza.

A continuación se presenta de manera esquemática en la Figura 4.6.



**Figura 4.6** Proporción Clases Agrológicas

De acuerdo a la Figura 4.6, la clase Agrológica de mayor proporción es la VIII en 79% (14496.38 ha), seguida por la VII con 17% (3229.76 ha), mientras que con valores porcentuales de 3% (492.20 ha) y 1% (133.01 ha), las clases V y II respectivamente.

- **Hidrología**

Respecto a la hidrología del área de influencia de la investigación, se encuentran ríos de tipo perenne es decir, que su corriente de agua es permanente durante todo el año denotando lo siguiente: río Blanco, río Tablas, río Gualchan,

río Chorro Blanco, río Golondrinas; del mismo modo encontramos quebradas de tipo intermitente, siendo así, que la corriente de agua se interrumpe o se activa, dependiendo de factores tanto atmosféricos y ambientales, se puede notar las quebradas de El Carmen, De Oro y Aguajal (Anexo 1, Mapa 10).

- **Diagramas Ombrotérmicos**

El diagrama ombrotérmico realizado para la determinación de las épocas seca y lluviosa, corresponde a las estación cercana al área de investigación, Parroquia Jacinto Jijón y Caamaño, cantón Mira, provincia del Carchi, la estación meteorológica corresponde a Mira-FAO Granja La Portada (M 104), así también de la estación Río Blanco, ya que esta se encuentra con más proximidad al área experimental, los datos obtenidos se presenta a continuación.

**Cuadro 4.7** Ubicación Estación Meteorológica MIRA-FAO Granja La Portada

<b>Código</b>	<b>Nombre de la Estación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
M0104	MIRA-FAO Granja La Portada	CO (Climatológica Ordinaria)	0G 33' 11'' N	78G 1' 39'' W	2270

**Fuente:** INAMHI 2014

**Elaboración:** El Autor

Los datos promedios mensuales de temperatura y precipitación durante el período 1990 a 2011 reportados por la Estación Meteorológica de Mira-FAO Granja La Portada se muestran en el Cuadro 4.8.

**Cuadro 4.8** Precipitación y Temperatura media, estación Mira-FAO Granja La Portada

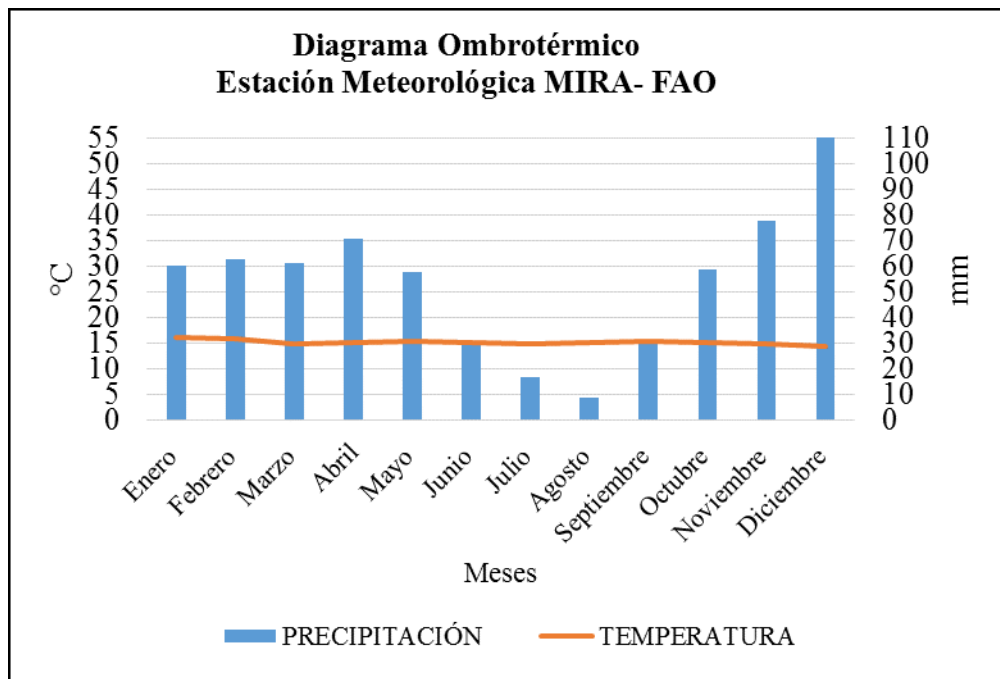
<b>Meses</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Enero	60.23	16.13
Febrero	62.89	15.98
Marzo	61.25	15.00
Abril	70.70	15.19
Mayo	57.89	15.32
Junio	30.94	15.23

Julio	16.59	15.00
Agosto	8.92	15.09
Septiembre	31.12	15.36
Octubre	58.76	15.25
Noviembre	77.85	14.83
Diciembre	125.48	14.44

**Fuente:** Estación Meteorológica Mira-FAO Granja La Portada

**Elaboración:** El Autor

El Diagrama Ombrotérmico construido con los datos de precipitación y temperatura correspondiente a la Estación Meteorológica Mira-FAO Granja La Portada, se presenta en la Figura 4.7.



**Figura 4.7** Diagrama Ombrotérmico Estación Mira-FAO Granja la Portada

**Fuente:** INAMHI 2014

**Elaboración:** El Autor

De acuerdo al diagrama ombrotérmico de Estación Meteorológica Mira-FAO Granja La Portada, el clima se caracteriza por tener dos meses secos en Julio y Agosto, dos meses semihúmedos en Junio y Septiembre y ocho meses húmedos en Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Octubre, Noviembre y Diciembre. Así mismo la



Temperatura media bordea los 15° centígrados para esta estación, sin embargo en el sitio de ensayo la temperatura es de aproximadamente 20° centígrados.

Los datos promedios mensuales de temperatura y precipitación durante el período 1964 a 1992, reportados por la Estación Río Blanco se muestran en el Cuadro 4.8.

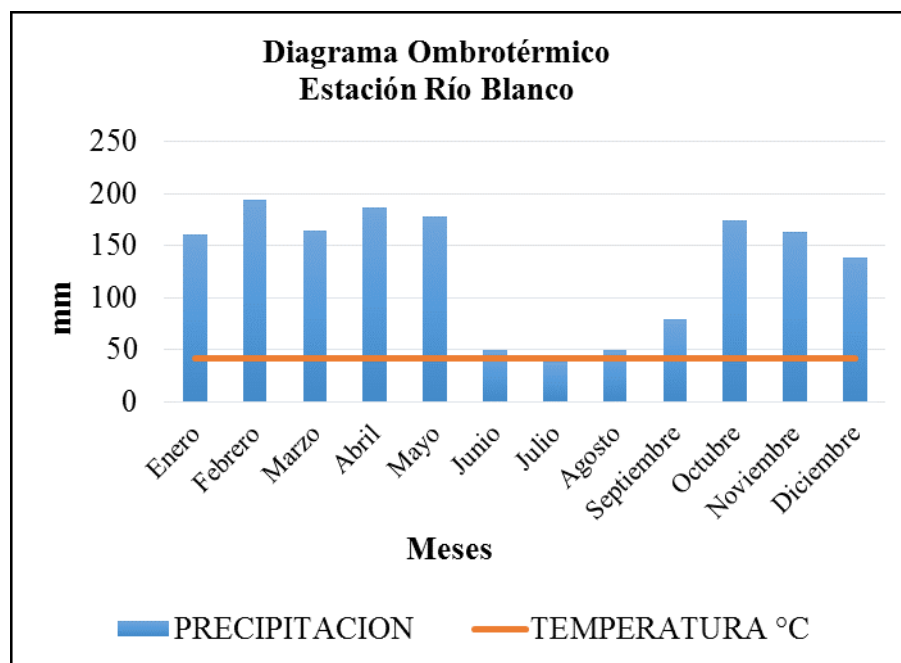
**Cuadro 4.9** Precipitación y Temperatura media, estación Río Blanco

<b>Meses</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Enero	160.40	41.40
Febrero	194.10	41.60
Marzo	164.20	41.20
Abril	186.70	41.20
Mayo	178.30	41.40
Junio	49.90	41.60
Julio	38.30	41.40
Agosto	49.40	41.20
Septiembre	79.00	41.20
Octubre	174.60	41.40
Noviembre	162.60	41.20
Diciembre	138.00	41.40

**Fuente:** Estación Río Blanco

**Elaboración:** El Autor

El Diagrama Ombrotérmico construido con los datos de precipitación y temperatura correspondiente a la Estación Río Blanco, se presenta en la Figura 4.8.



**Figura 4.8** Diagrama Ombrotérmico Estación Río Blanco

**Fuente:** INAMHI 2005

**Elaboración:** El Autor

De acuerdo a la interpretación del diagrama ombrotérmico de Estación Río Blanco, el clima se caracteriza por tener un mes seco en Julio, dos meses semihúmedos en Junio y Agosto y nueve meses húmedos en Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre. Así mismo la Temperatura media bordea los 40° centígrados para esta estación, sin embargo en el sitio de ensayo la temperatura es de aproximadamente 35° centígrados.

### 4.2.3 Componente Socioeconómico

De acuerdo a los datos del SIISE (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador) correspondientes al Censo de Población y Vivienda del año 2010 elaborado por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010), se determinó el total en cada parroquia de la Población Económicamente Activa (PEA), los resultados se presentan en el Cuadro 4.10.

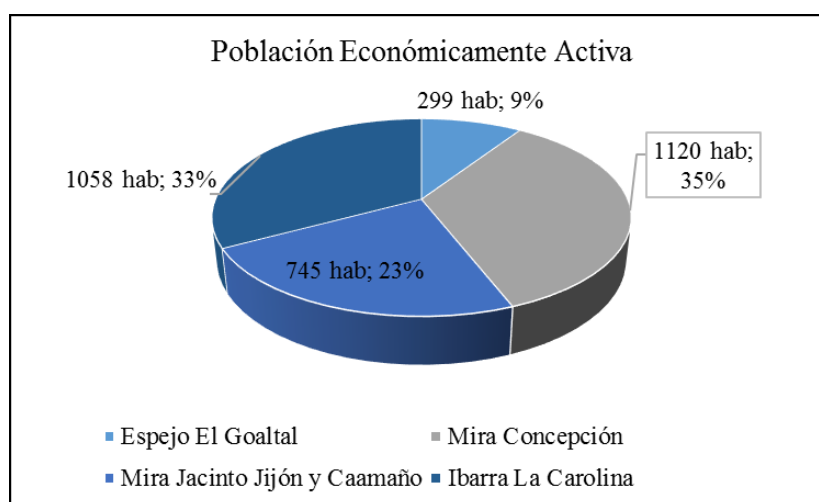
**Cuadro 4.10** Población Económicamente Activa

N°	Provincia	Cantón	Parroquia	PEA (hab.)
1	Carchi	Espejo	El Goaltal	299
2	Carchi	Mira	Concepción	1120
3	Carchi	Mira	Jacinto Jijón y Caamaño	745
4	Imbabura	Ibarra	La Carolina	1058
Total				3222

Fuente: INEC 2010, Mapa PEA

Los datos de la Población Económicamente Activa, fueron extraídos de dos parroquias del cantón Mira (Concepción y Jacinto Jijón y Caamaño), una del cantón Espejo (El Goaltal), pertenecientes a la provincia del Carchi. También se sistematizó datos de la parroquia La Carolina del cantón Ibarra provincia de Imbabura, de manera que el resultado obtenido para este factor es la sumatoria de las cuatro parroquias con 3222 habitantes.

De manera esquemática se muestran los resultados en la Figura 4.9.



**Figura 4.9** Diagrama Ombrotérmico Estación Mira-FAO Granja La Portada

En la Figura 4.8, se obtuvo valores porcentuales en relación a la población económicamente activa de cada parroquia analizada únicamente para fines de la investigación, obteniendo los siguientes datos: la parroquia Concepción posee 1120 habitantes económicamente activos; La Carolina del cantón Ibarra con 1058 habitantes; la parroquia Jacinto Jijón y Caamaño perteneciente al cantón Mira con

745 habitantes y la parroquia de El Goaltal que obedece jurisdicción al cantón Espejo con 299 habitantes (Anexo 1, Mapa 11).

### 4.3 Análisis de Suelos

Los análisis de suelos remitidos por la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP se muestran en el Anexo 2. El análisis para la caracterización de los suelos tanto del perfil del suelo en la calicata, así como de toda el área experimental se muestran en el Anexo 2, Análisis 1. Los análisis de suelos efectuados mensualmente para las variables propuestas se obtuvieron durante 4 meses consecutivos a partir del establecimiento de la siembra (Anexo 2, Análisis 2,3,4,5).

#### 4.3.1 Análisis de propiedades físicas y químicas del perfil del suelo Calicata

Los resultados que se obtuvo en el análisis del perfil del suelo se muestran en el cuadro 4.11. La fecha del 5 de febrero del 2014, se realizó la caracterización del perfil del suelo, evidenciando que por las precipitaciones de los días anteriores, la calicata se encuentra saturada de agua (Anexo 5, Fotografías),

**Cuadro 4.11** Análisis de propiedades físicas y químicas del perfil del suelo

Perfil del suelo - Calicata	pH	MO (%)	Macronutrientes						Micronutrientes				
			ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
0-10 cm	6.68 PN	2.3 B	21 B	13 M	6.2 B	0.45 A	9.8 A	2.7 A	1.5 B	3.7 M	98 A	3.3 B	0.7 B
10-20 cm	6.68 PN	2.8 B	4.2 B	17 M	4.8 B	0.35 M	10.7 A	3.6 A	1.9 B	4.5 A	126 A	3.2 B	0.6 B
20-30 cm	6.65 PN	2.4 B	5.6 B	5.9 B	4.9 B	0.12 B	10.1 A	3.2 A	1.0 B	4.5 A	122 A	2.6 B	0.6 B
30-40 cm	6.81 PN	2 B	13 B	3.2 B	4 B	0.18 B	11.3 A	3.9 A	0.7 B	4.4 A	99 A	2.8 B	0.5 B
40-50 cm	7 N	1.6 B	1.40 B	3.4 B	5.2 B	0.31 M	14.8 A	5.8 A	0.7 B	4.3 A	62 A	2.8 B	0.3 B
50-60 cm	7.23 PN	1 B	1.0 B	3.2 B	3.5 B	0.43 A	14.5 A	6.4 A	0.9 B	3.7 M	45 A	2.7 B	0.3 B

A= Alto B= Bajo M= Medio PN= Prc. Neutro

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

**Elaboración:** El Autor

De acuerdo a los resultados podemos evidenciar en cuanto al pH, es prácticamente neutro a excepción del intervalo 40-50 cm que presenta una valoración de 7 siendo neutro. La materia orgánica que presenta el perfil del suelo de la calicata, en todos su intervalos es considerado bajo. Mientras que los macronutrientes cómo: el Nitrógeno en forma de amonio ( $\text{NH}_4$ ), Azufre (S), poseen valores considerados bajos; así también el Fósforo (P) en los intervalos de 0-10 cm y 10-20 cm presentan valores medios para esta condición de suelos; de tal forma también se obtuvo valores altos de los siguientes elementos químicos Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) mientras que el Potasio (K) en los intervalos 0-10 cm y 50-60 cm existen contenidos altos, los intervalos 10-20 cm y 40-50 cm contenidos medios, los intervalos 20-30 cm y 30-40 cm presentan contenidos bajos de este elemento.

Los micronutrientes correspondientes a Zinc (Zn), Manganeso (Mn) y Boro (B) presentan contenidos bajos, así también en Cobre (Cu) en los intervalos 0-10 cm y 50-60 cm presentan contenidos medios, mientras que en el resto de perfil presentan contenidos altos del mismo modo el Hierro (Fe) presenta valores altos en todo el perfil de suelo de la calicata en el área de la investigación.

Para Maya (2011), el uso no planificado o controlado del suelo puede derivar erosión y en especial en aspectos importantes cómo la Materia Orgánica, implicando a su vez cambios en la estructura de los agregados, en los procesos biogeoquímicos de los ecosistemas terrestres, siendo la fuente de nutrimentos para los organismos del suelo. Este análisis del perfil del suelo muestra que en contenido de MO es bajo y por ende es necesario reponer ese déficit. La pérdida de vegetación cobertora y capas de hojarasca influye en el desgaste de nutrimentos para el suelo, el área de estudio presenta quemadas agrícolas en las que particularmente el nitrógeno se volatiliza por ende el contenido del mismo es bajo.

### 4.3.2 Análisis de propiedades físicas y químicas respecto al suelo del área experimental

Mediante muestreo en toda el área experimental se colectó una muestra íntegra, misma que fue analizada en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, los resultados se pueden apreciar en el Anexo 2, Análisis 1, y de manera detallada en lo siguiente.

**Cuadro 4.12** Análisis de propiedades físicas y químicas del suelo en el ensayo

pH	MO (%)	Macronutrientes						Micronutrientes					
		ppm			meq/100ml			ppm					
		NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
6.69	PN	1.6 B	29 B	6.2 M	10 M	0.85 A	15.7 A	5.1 A	0.5 B	4 M	16 B	2.1 B	1.4 M

A= Alto B= Bajo M= Medio Al= Alcalino

**Fuente:** INIAP (Análisis de propiedades físicas y químicas del suelo en el área experimental)

**Elaboración:** El Autor

Los resultados obtenidos están ligados a una profundidad de 0-20 cm en toda el área experimental: en cuanto a pH se establece un valor de 6.69, lo que determina un suelo prácticamente neutro. La materia orgánica de toda el área experimental tiene un valor de 1.6% siendo bajo el contenido para este sitio. Los macronutrientes Fósforo (P) y Azufre (S) poseen contenidos medios, el Nitrógeno en forma de (NH<sub>4</sub>) en cambio es bajo, mientras que el Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) presentan altos contenidos para esta condición de suelos. Los micronutrientes Zinc (Zn), Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) encontramos en baja concentración, así también el Cobre (Cu) y Boro (B) presentan concentraciones medias en el suelo del área experimental.

- **Textura del suelo respecto al área experimental**

El análisis de suelo del área experimental también determinó la textura, del área donde se llevó a cabo la investigación, en la cual se obtuvo los resultados que se presentan en el Cuadro 4.13.

**Cuadro 4.13** Textura del Suelo del área experimental

Textura (%)			
Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
47	38	15	Franco

**Fuente:** INIAP (Análisis de suelos)

**Elaboración:** El Autor

Los resultados obtenidos del análisis de suelo del área experimental, denotan que hay un 47% de Arena, 38% de Limo y 15% de Arcilla, equivalente a la clase textural Franco. En tanto que, la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2014), la clase textural que corresponde a Franco, está dentro de los siguientes rangos y parámetros correspondientes a suelos: 23-52 % Arenoso; 28-50 % Limoso y de 7-27 % Arcilloso, por lo tanto la clase textural para el suelo del área de ensayo es Franco.

#### 4.3.3 Resultados de la variable Contenido de Agua 0-20 cm del suelo

Los resultados obtenidos en las mediciones mensuales a partir de la siembra para evaluar la variable contenido de agua a profundidad 0-20 cm del suelo, propuestas para la investigación se muestran en el Cuadro 4.14. Dicha variable se tabuló e interpretó en función a datos compilados en el libro de campo.

**Cuadro 4.14** Resultados Contenido de Agua (media) 0-20 cm

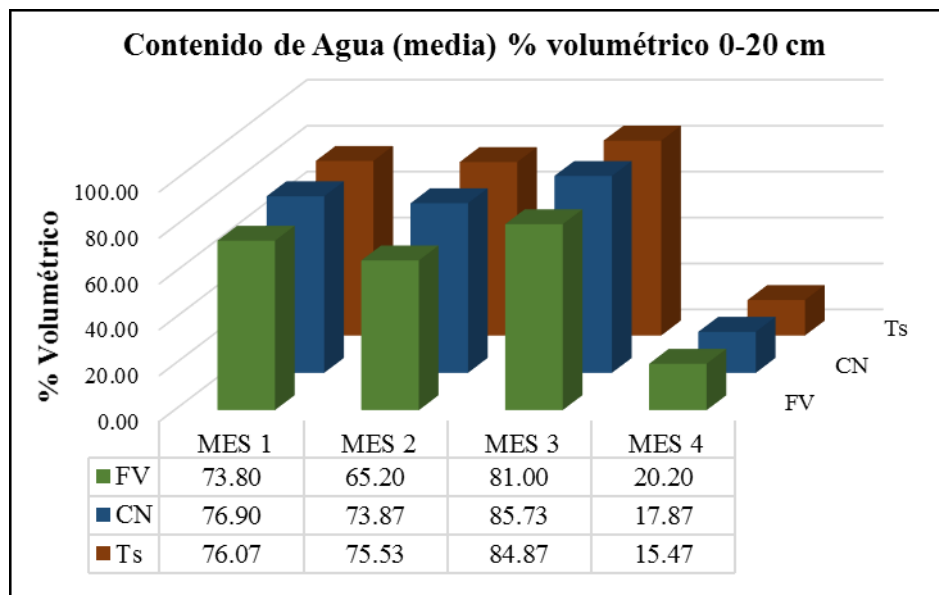
Contenido de Agua (media) % volumétrico 0-20 cm				
Tratamiento	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Franjas Vivas	73.80	65.20	81.00	20.20
Curvas de Nivel	76.90	73.86	85.73	17.86
Testigo	76.06	75.53	84.86	15.46

**Fuente:** Libro de campo

**Elaboración:** El Autor

Los datos resultantes a partir del primer mes de la siembra de fréjol, demuestran que existen saturación del Contenido de Agua, siendo que a

profundidad de 0-20 cm en los tratamientos experimentales, los valores superan una media del 70% volumétrico, así también en el segundo y tercer mes, mientras que al finalizar el cuarto mes de medición es notable el drástico descenso del porcentaje volumétrico esto se debe a que corresponde al mes de Junio, catalogado como de época seca.



**Figura 4.10** Resultados Contenido de Agua 0-20 cm

**Elaboración:** El Autor

Los porcentajes volumétricos en cuanto al Contenido de Agua siguen fluctuando entre los 65-80% en las dos profundidades, siendo idóneo para la etapa de crecimiento y floración del cultivo de fréjol, además se puede notar que en los camellones de las curvas de nivel hay acumulación de agua y sedimentos, requiriendo de limpieza.

#### 4.3.4 Resultados de la variable Contenido de Agua 20-40 cm del suelo

Los resultados correspondientes al contenido de agua a profundidad de 20-40cm, son registrados y tabulados con las medias respectivas, de acuerdo a los meses investigados y en base al libro de campo, los datos se presentan en el Cuadro 4.15.



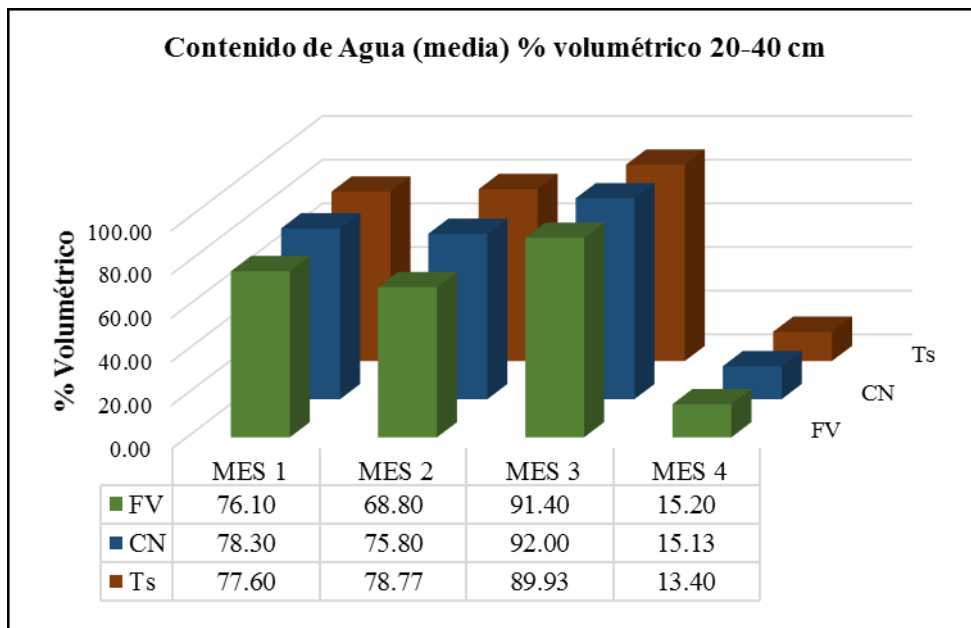
**Cuadro 4.15** Resultados Contenido de Agua (media) 0-20 cm

<b>Contenido de Agua (media) % volumétrico 20-40 cm</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>
Franjas Vivas	76.10	68.80	91.40	15.20
Curvas de Nivel	78.30	75.80	92.00	15.13
Testigo	77.60	78.77	89.93	13.40

**Fuente:** Libro de campo

**Elaboración:** El Autor

Los datos resultantes demuestran que la media de porcentaje volumétrico del contenido de agua en el suelo a profundidad de 20-40 cm y en los tres primeros meses, fluctúa entre 68.80% – 92%, mientras que en el cuarto mes la media en las estructuras conservacionistas en 15%, no así el tratamiento testigo con el 13.40% resulta ser deficiente.



**Figura 4.11** Resultados Contenido de Agua 20-40 cm

**Elaboración:** El Autor

Notamos que en la profundidad de 20-40 cm se concentra mayor porcentaje del contenido de agua en comparación a la capa superficial, sobre todo se puede

notar en las curvas de nivel en mayor proporción de tal manera que las estrategias conservacionistas presentan mejoras en cuanto a esta variable.

#### 4.3.5 Resultados de la variable Materia Orgánica

Los resultados en cuanto a la Materia Orgánica, se muestran en el Cuadro 4.16, los datos son resultantes de los análisis de suelo que remite el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

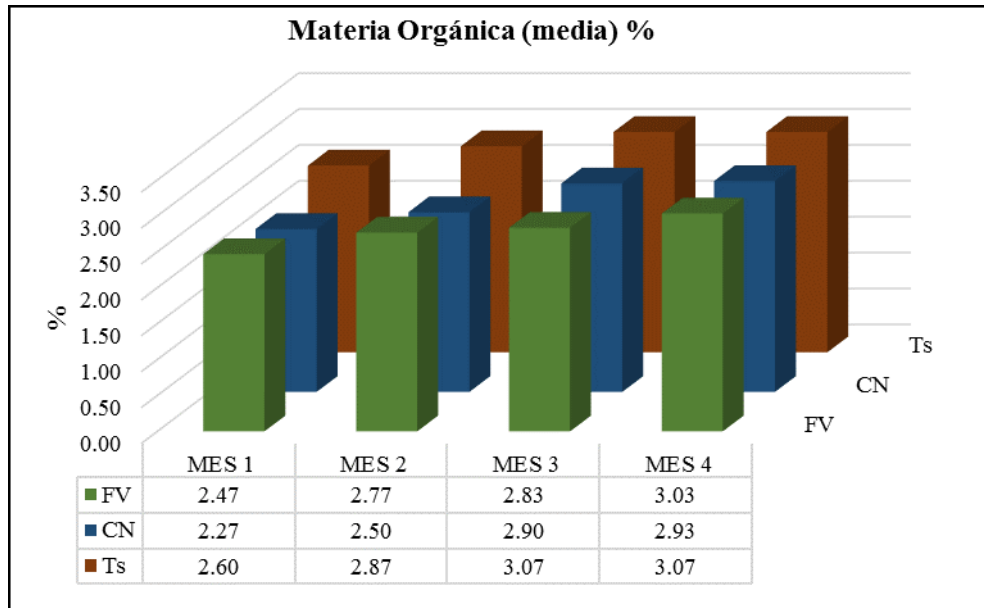
**Cuadro 4.16** Resultados Materia Orgánica

<b>Materia Orgánica (media) %</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
FV	2,47	2,77	2,83	3,03
CN	2,27	2,50	2,90	2,93
Ts	2,60	2,87	3,07	3,07

**Fuente:** INIAP (Análisis mensual de suelos)

**Elaboración:** El Autor

Resultados presentados con culivos de menos de tres años según Baez y Aguirre (2011), confirman que el efecto de la labranza mínima genera cambios en la composición física y química del suelo, es así que la Materia Orgánica aumenta su proporción con la descomposición de los residuos de las cosechas o la continua remoción de material vegetativo. En la investigación se detallan contenidos bajos de Materia Orgánica, esto se debe a que el cultivo está absorbiendo los nutrientes necesarios para la floración y fructificación sobre todo en las estructuras conservacionistas que no ha requerido de labores culturales constantes, mientras que en el tratamiento testigo el tercer y cuarto mes presenta ponderación media, ya que constantemente se realiza labores de remoción de suelos por labranza convencional.



**Figura 4.12** Resultados Materia Orgánica

**Elaboración:** El Autor

En un estudio de similares características, Baez y Aguirre (2011) determinan que en 1 año de observaciones la Materia Orgánica no presenta cambios significativos, confirmando que es igual el comportamiento la labranza de conservación y convencional. En tanto que el presente estudio al finalizar el cuarto mes de observaciones y análisis del suelo, en lo que refiere a la Materia Orgánica mejora su condición y se puede ponderar como un contenido Medio, sin embargo la proporción es igualitaria ya que en las estructuras conservacionistas y la labranza convencional poseen la misma ponderación.

En tanto que el rendimiento del cultivo es favorable en las estructuras de conservación, tomando en cuenta que en la labranza convencional se perdió gran cantidad de plántulas al primer mes de la siembra y por ende el rendimiento se denotó relativamente bajo. Para Bravo *et al* (2012), la labranza de conservación implica tiempo para obtener resultados favorables, siendo que es una alternativa sostenible de remediación ambiental. Entre las principales ventajas que detalla son mejorar el contenido de Materia Orgánica

### 4.3.6 Resultados de la variable pH

Los resultados que evalúan la variable edáfica pH propuestas para la investigación se muestran en el Cuadro 4.17, mismas que corresponde a los cuatro meses de mediciones, mismos que son obtenidos de los análisis de suelo que remite la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

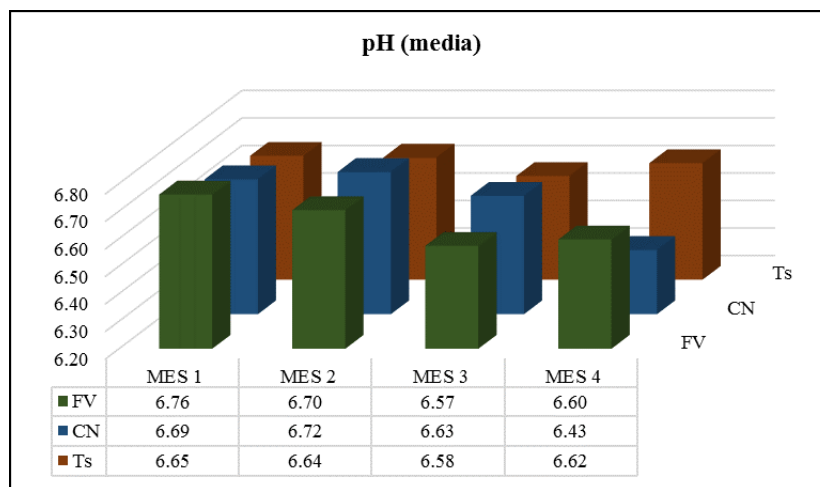
**Cuadro 4.17** Resultados de la variable pH

<b>Ph (media)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>
FV	6,76	6,70	6,57	6,60
CN	6,69	6,72	6,63	6,43
Ts	6,65	6,64	6,58	6,62

**Fuente:** INIAP (Análisis mensual de suelos)

**Elaboración:** El Autor

En tanto que la media del pH se muestra cómo Prácticamente Nueutro en los cuatro meses de mediciones, sin presentar diferencias significativas entre las estructuras conservacionistas y la labranza convencional. El ph es un parámetro con el que se relaciona la disponibilidad de nutrientes y Materia Orgánica del suelo principalmente, se puede afirmar entonces que al menos en la capa superior del suelo hubo condiciones óptimas para la absorción de Nitrógeno, Fósforo entre otros según Vaca y Flores (2009).



**Figura 4.13** Resultados Materia Orgánica

**Elaboración:** El Autor

La presente investigación presentó diferencias aritméticas mínimas entre los tratamientos de la variable evaluada, sin embargo para Zarazúa et al (2007), la variabilidad del pH, depende de varias condiciones tales cómo la aplicación de fertilizantes, tipo de cultivo y la época del año en la que se realicen los muestreos por tanto este puede variar ya que en el ensayo se sembró un cultivo de fréjol, mismo que requiere de aplicaciones químicas para la labranza convencional.

#### 4.4 Efecto de las estructuras conservacionistas en la recuperación de suelos

Para efecto del estudio se estableció un ensayo en los predios de la unidad educativa Eugenio Espejo de la parroquia Jacinto Jijón y Caamaño del cantón Mira, en un área experimental de 1500 m<sup>2</sup>. En dicho ensayo se estableció un cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Calima Rojo, aplicando la labranza mínima para efecto de las estructuras conservacionistas. Los resultados en cuanto a Contenido de Agua a dos profundidades 0-20cm y 20-40cm respectivamente, pH y Materia Orgánica, fueron sometidos al análisis estadístico respectivo.

##### 4.4.1 Análisis de Varianza Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 1

Los resultados obtenidos del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 0-20 cm de profundidad del suelo, que corresponden al mes 1 se aprecian en el Cuadro 4.18.

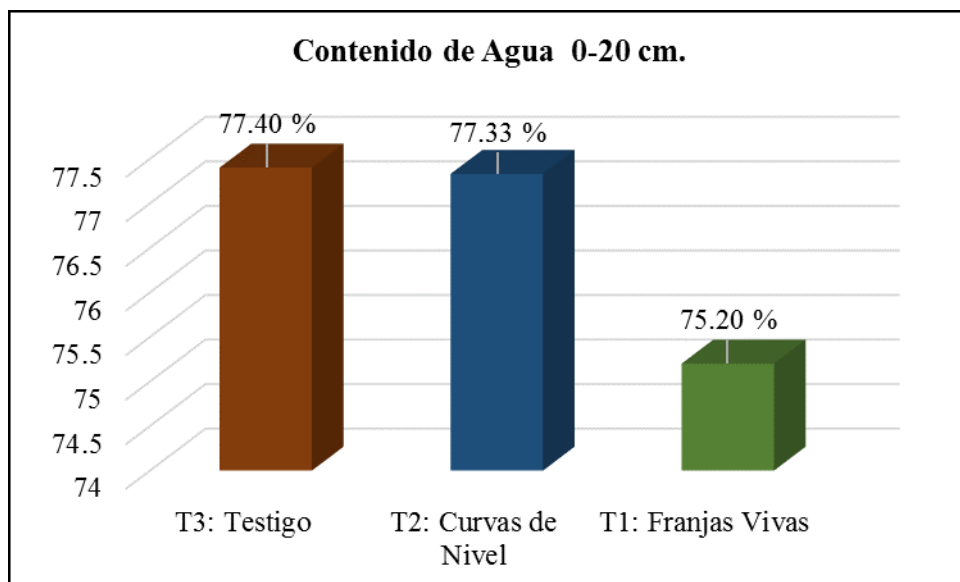
**Cuadro 4.18** Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 1

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	9.40	2	4.70	1.75	ns	5.14 10.92
Error	16.09	6	2.68			
Total	25.48	8				
		CV=		2.14%		

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable Contenido de Agua de los 0-20 cm de profundidad, se obtuvo un Fisher calculado de 1.75, valor no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos son estadísticamente similares; razón por la cual no es necesario realizar pruebas de significancia.

El coeficiente de variación de 2.14%, determina que existe alta homogeneidad en lo que respecta a esta variable; probablemente a que todavía no se evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.14** Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 1

**Elaboración:** El Autor

El análisis efectuado no presentan diferencias estadísticas, pero si presentan una diferencia aritmética en la medias de cada tratamiento, siendo el Testigo y las Curvas de nivel respectivamente, los que más Contenido de Agua retienen en el suelo a profundidad de 0–20 cm.

#### 4.4.2 Análisis de Varianza Contenido de Agua de 20-40 cm – Mes 1

Los datos resultantes del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 20-40 cm de profundidad, correspondientes al mes 1 se muestran en el Cuadro 4.19.

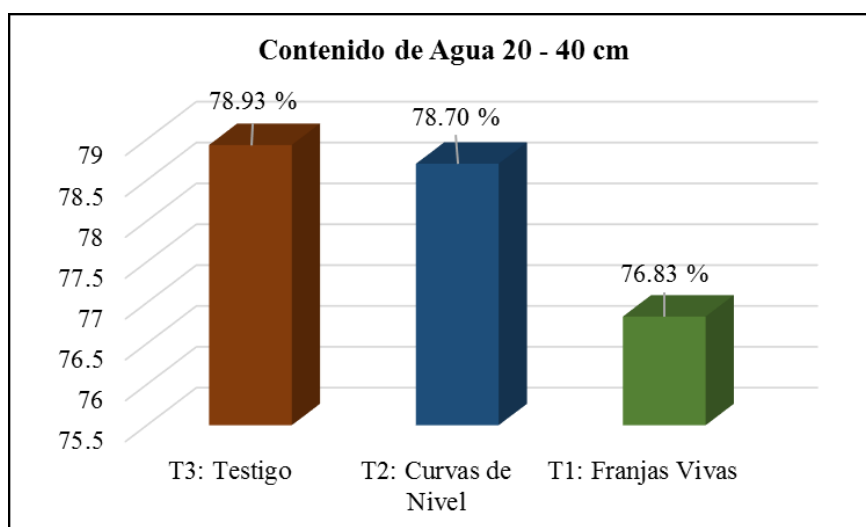
**Cuadro 4.19** ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 1

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Tratamiento	7.95	2	3.97	1.98 ns	5.14	10.92
Error	12.05	6	2.01			
Total	20	8				
CV= 1.81%						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de esta variable, se obtuvo un Fisher calculado de 1,98, valor que no infiere significancia alguna en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; en tal caso se acepta la hipótesis nula, razón necesaria realizar no realizar las demás pruebas de significancia.

El coeficiente de variación resultante es de 1.81%, determinando la existencia de homogeneidad en lo que respecta a esta variable; denotando que no hay aún evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.15** Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 1

**Elaboración:** El Autor

El análisis no presentó diferencias de índole estadístico, pero si matemáticas, por cuanto el tratamiento Testigo y Curvas de Nivel respectivamente, contienen agua en un 78% aproximadamente, mientras que retiene minoritariamente las Franjas Vivas con un 76.83%, lo que tampoco refiere mucha diferencia.

#### 4.4.3 Análisis de Variancia pH – Mes 1

Los resultados obtenidos del análisis de varianza del pH del suelo del área de ensayo, correspondientes al mes 1 se aprecian en el Cuadro 4.20.

**Cuadro 4.20** ADEVA pH – Mes 1

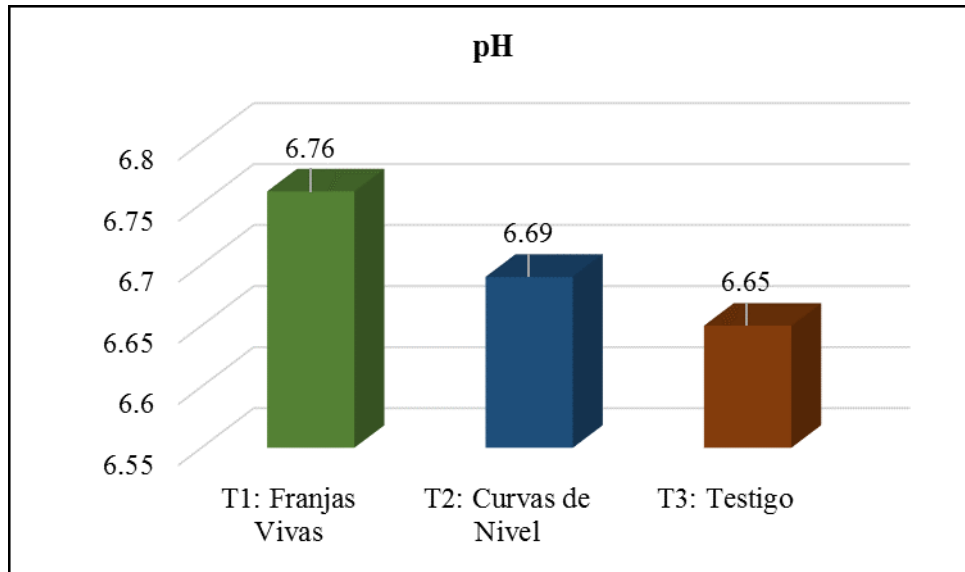
<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
TRATAMIENTO	0.02	2	0.01	5.07 <sup>ns</sup>	5.14	10.92
Error	0.01	6	0.0018			
Total	0.03	8				
CV= 0.64%						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de la variable pH, se obtuvo un Fisher calculado de 5.97, valor que no representa significancia en comparación a su correspondiente tabular del 95% de probabilidad estadística; por tal motivo se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos son estadísticamente afines.

El coeficiente de variación obtenido es del 0.64%, determinando que existe afinidad en lo que respecta a esta variable; demostrando que no existe aún efecto de las estructuras conservacionistas para esta variable.





**Figura 4.16** Variable pH – Mes 1

**Elaboración:** El Autor

En cuanto al análisis de pH presentan diferencias aritméticas, en el tratamiento correspondiente a Franjas Vivas, obteniendo un valor de 6.76 para la variable pH, lo que muestra la determinación de prácticamente Neutro, mientras que el Testigo posee una media de 6.65 con la misma condición.

#### 4.4.4 Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) – Mes 1

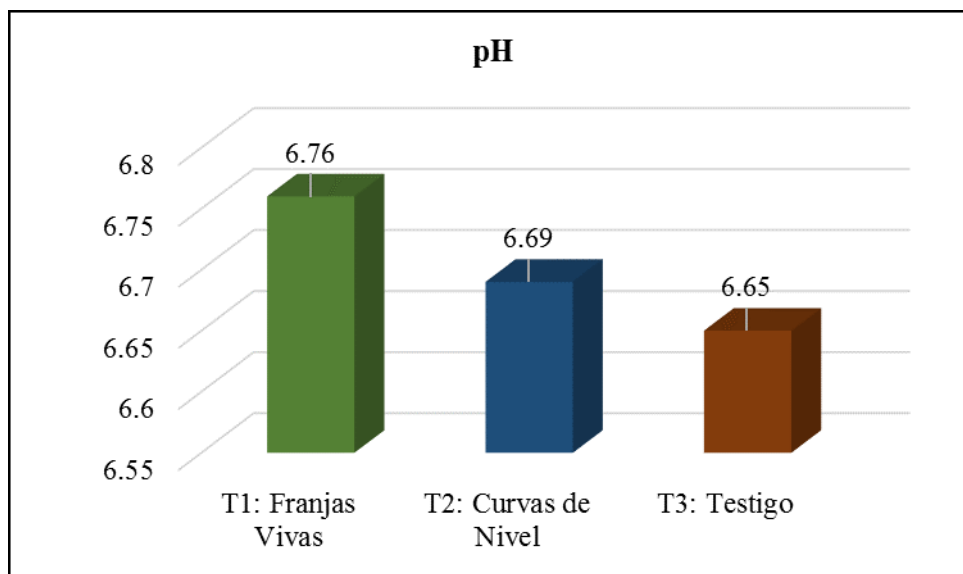
Los datos resultantes del análisis de varianza correspondientes a Materia Orgánica, presente en el área de ensayo y correspondientes al mes 1 se detallan en el Cuadro 4.21.

**Cuadro 4.21** ADEVA Materia Orgánica – Mes 1

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Tratamiento	0.17	2	0.08	1.62 ns	5.14	10.92
Error	0.31	6	0.05			
Total	0.48	8				
CV= 9.35%						

**Elaboración:** El Autor

Del análisis de varianza de la variable Materia Orgánica (MO), se obtuvo un Fisher calculado de 1.62, valor que no es significativo en comparación a su proporción tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal atribución se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos son estadísticamente similares y por ende no es necesario realizar las demás pruebas propuestas para la investigación.



**Figura 4.17** Variable Materia Orgánica – Mes 1

**Elaboración:** El Autor

En cuanto a Materia Orgánica en el mes 1, presentaron diferencias aritméticas, siendo el tratamiento Testigo, el más ponderado seguido por las Franjas Vivas y finalmente las Curvas de Nivel, por cuanto a pesar de esto los estándares cuantitativos para los tres tratamientos, el Contenido de Materia Orgánica es bajo.

El primer mes de evaluaciones de las estructuras conservacionistas no presentan cambios significativos, puesto que es el inicio del ensayo y no existe mayor actividad en el suelo. Así también en un estudio López (2010), explica que los beneficios a corto plazo son de índole técnico-económico, mientras que las ventajas agronómicas de orden ambiental, pueden presentarse en largos plazos,

a punto que en algunos casos, las generaciones venideras serían las verdaderas beneficiadas.

#### 4.4.5 Análisis de Varianza Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 2

Los resultados del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 0-20 cm de profundidad del suelo, correspondientes al mes 2 se aprecian en el Cuadro 4.22.

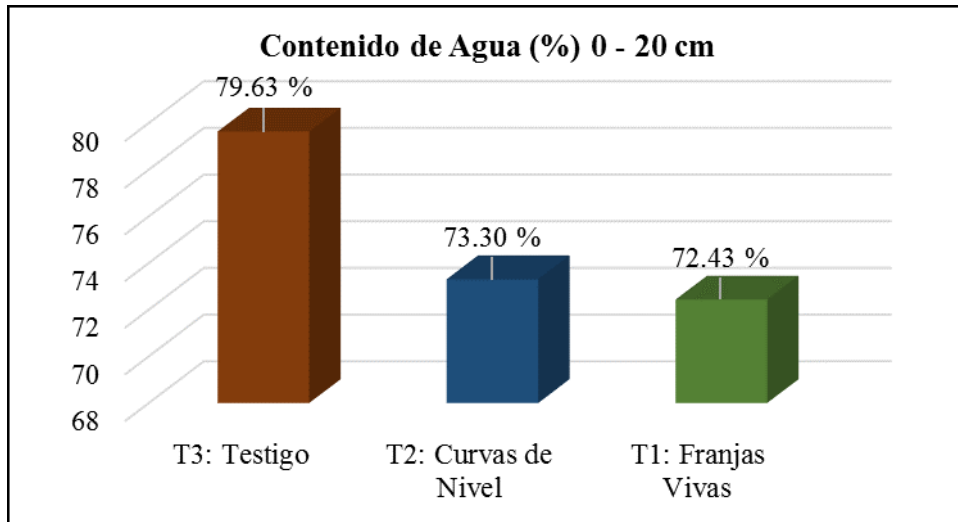
**Cuadro 4.22** ADEVA Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 2

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	92.7	2	46.35	2.25 ns	5.14	10.92
Error	123.43	6	20.57			
Total	216.14	8				
CV= 6.04%						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza del Contenido de Agua de los 0-20 cm de profundidad, determinó un Fisher calculado de 2.25, valor que no representa significancia en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad; por tal razón se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos son estadísticamente similares; razón por la cual no es necesario realizar pruebas de significancia.

El coeficiente de variación para esta variable es de 2.14%, misma que determina la existencia de homogeneidad en lo que respecta a esta variable; probablemente a que aún no se evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.18** Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 2

**Elaboración:** El Autor

Las diferencias estadísticas no ameritan pruebas de significancias para esta variable, pero si existe una diferencia aritmética siendo el Testigo, con una media de 79.63 el que más contiene agua a esta profundidad, seguido por las Curvas de Nivel y finalmente las Franjas Vivas.

#### 4.4.6 Análisis de Varianza Contenido de Agua de 20-40 cm – Mes 2

Los resultados del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 20-40 cm de profundidad del suelo y correspondientes al mes 2 se presentan en el Cuadro 4.23.

**Cuadro 4.23** ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 2

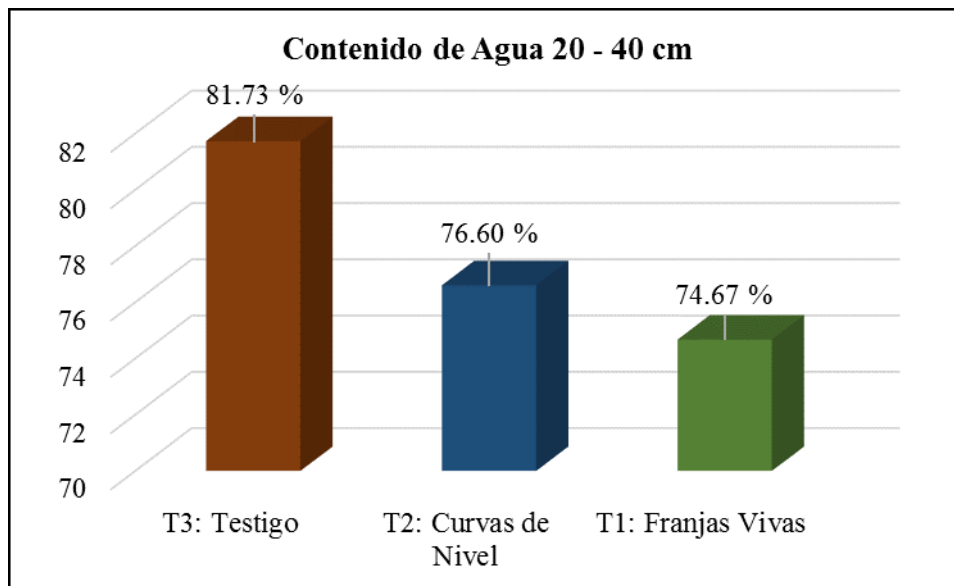
FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Tratamiento	80.03	2	40.01	2.47 ns	5.14	10.92
Error	97.07	6	16.18			
Total	177.1	8				

CV= 5.18%

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable Contenido de Agua de los 20-40 cm de profundidad, se obtuvo un Fisher calculado de 2.47, valor no significativo para la comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo se acepta la hipótesis nula, debido a que los tratamientos son estadísticamente similares; razón única para no realizar las demás pruebas de significancia.

El coeficiente de variación para esta variable es de 5.18%, determinando que existe alta homogeneidad, probablemente a que todavía no se evidencia el efecto de los tratamientos.



**Figura 4.19** Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 2

**Elaboración:** El Autor

A profundidad de 20-40 cm el Contenido de Agua sigue dominando en el tratamiento Testigo, con una media de 81.73%, cabe recalcar que en las salidas de campo para realizar las mediciones se evidencio precipitaciones fuertes por ende los valores del contenido de agua en los suelos son los resultantes claros del análisis.

#### 4.4.7 Análisis de Varianza pH – Mes 2

Los datos obtenidos del análisis de varianza del pH, correspondientes al mes 2 se muestran en el Cuadro 4.24.

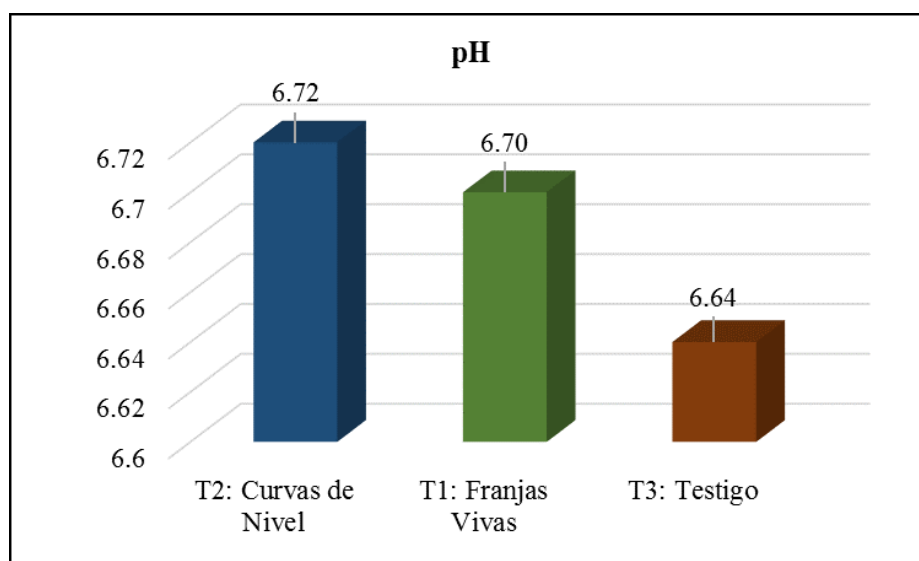
**Cuadro 4.24** ADEVA pH – Mes 2

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Tratamiento	0.01	2	0.0046	1.42 ns	5.14	10.92
Error	0.02	6	0.0032			
Total	0.03	8				

CV= 0.85%

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable pH, adquirió un Fisher calculado de 1.42, valor no representativo para la comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística, en tal determinación se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos son estadísticamente equivalentes; razón por la cual no es necesario realizar pruebas de significancia estadística propuestas para dicha investigación. El coeficiente de variación de 0.85%, determina que existe homogeneidad en lo que respecta a esta variable; probablemente a que todavía no se evidencia el efecto de las estructuras conservacionistas para esta variable.



**Figura 4.20** Variable pH – Mes 2

**Elaboración:** El Autor

Los resultados obtenidos del Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, demuestran que el tratamiento de las Curvas de Nivel y Franjas Vivas respectivamente, muestran una media de 6.7 para la variable pH, lo que supone ser un pH prácticamente neutro en la condición del suelo del área de ensayo.

#### 4.4.8 Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) - Mes 2

Los resultados que se obtuvieron del análisis de varianza de la Materia Orgánica presente en el suelo del área del ensayo y correspondientes al mes 2 se presentan en el Cuadro 4.25.

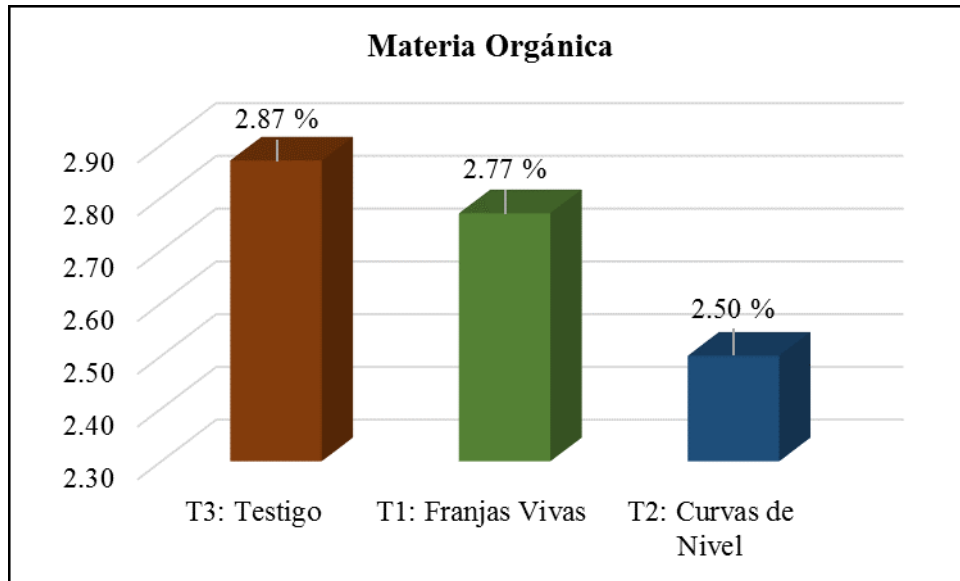
**Cuadro 4.25** ADEVA Matria Orgánica – Mes 2

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	0.22	2	0.11	6.93 *	5.14	10.92
Error	0.09	6	0.02			
Total	0.31	8				
CV= 4.60%						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable Materia Orgánica, se obtuvo un Fisher calculado de 6.93, valor significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo no se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos difieren estadísticamente; razón por la cual es necesario realizar las demás pruebas de significancia estadística propuestas para la investigación.

El coeficiente de variación de 4.60%, determina que no existe homogeneidad en lo que respecta a esta variable; por lo que se evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.21** Variable Materia Orgánica – Mes 2

**Elaboración:** El Autor

#### 4.4.8.1 Pruebas de significancia estadística de Materia Orgánica – Mes 2

El análisis de varianza realizado para la variable de Materia Orgánica del mes 2, demuestra la existencia de significancia estadística y por ende es necesario realizar las pruebas de DUNCAN, TUKEY Y DUNNET, los resultados obtenidos se presentan en el siguiente Cuadro 4.26.

**Cuadro 4.26** Pruebas estadísticas Materia Orgánica – Mes 2

Tratamiento	Medias	DUNCAN	TUKEY	DUNNET
T3: Testigo	2.87	A	A	A
T1: Franjas vivas	2.77	A	A B	A
T2: Curvas de nivel	2.50	B	B	B

**Elaboración:** El Autor

En las pruebas de rango múltiple de Duncan, Dunnet se formaron dos grupos se evidencia que el tratamiento Testigo y las Franjas Vivas se encuentran en el rango A; superando a las Curvas de Nivel que se encuentra en el rango B. Mientras que en la prueba de Tukey el Testigo y Franjas Vivas comparten un mismo rango, así también las Franjas Vivas y las Curvas de Nivel.



#### 4.4.9 Análisis de varianza Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 3

Los resultados obtenidos del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 0-20 cm de profundidad del suelo, que corresponden al mes 3 se aprecian en el Cuadro 4.27.

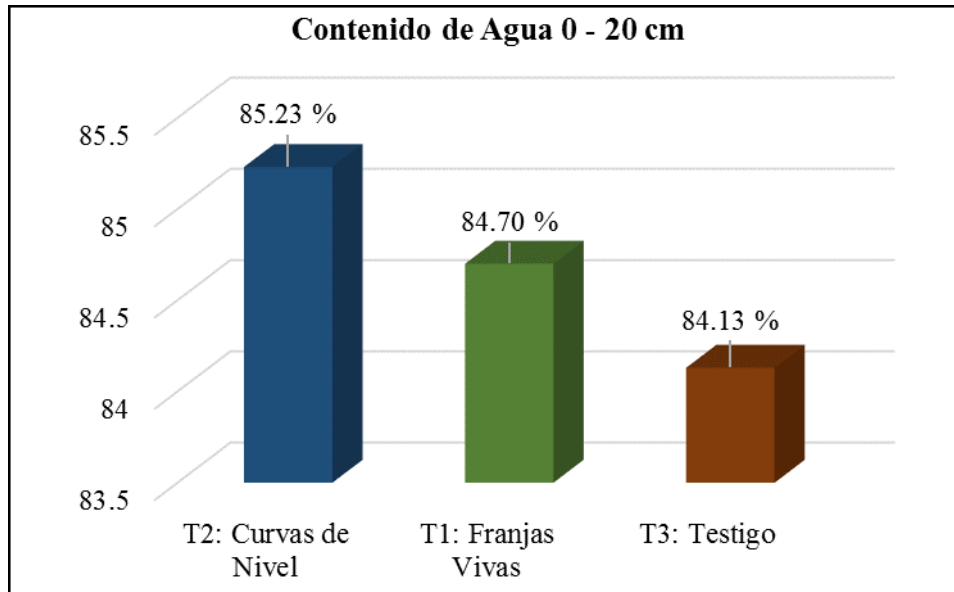
**Cuadro 4.27** ADEVA Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 3

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	1.82	2	0.91	0.22 ns	5.14	10.92
Error	25.09	6	4.18			
Total	26.91	8				
CV= 2.41%						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable Contenido de Agua de los 10-20 cm de profundidad, se determinó un Fisher calculado de 0.22, valor no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad, por tal razón se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos son estadísticamente similares; por tal motivo no es necesario realizar las demás pruebas de significancia.

El coeficiente de variación de 2.41%, determina que existe homogeneidad en lo que respecta a esta variable; presumiblemente a que no se evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.22** Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 3

**Elaboración:** El Autor

Al realizar el análisis aritmético del Contenido de Agua de los 0-20 cm de profundidad se evidencia que en las estructuras conservacionistas; Curvas de Nivel y Franjas Vivas, existe un porcentaje mayor al registrado en el tratamiento Testigo, así se logró observar en campo que dichas estructuras de conservación están resultando eficientes y el cultivo de fréjol se muestra en excelentes condiciones, mientras que en el tratamiento Testigo hay bajas de plántulas por la escases de agua.

#### **4.4.10 Análisis de varianza Contenido de Agua de 20-40 cm – Mes 3**

Los datos obtenidos del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 20-40 cm de profundidad del suelo, que corresponden al mes 3 se detallan en el Cuadro 4.28.

**Cuadro 4.28** ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 3

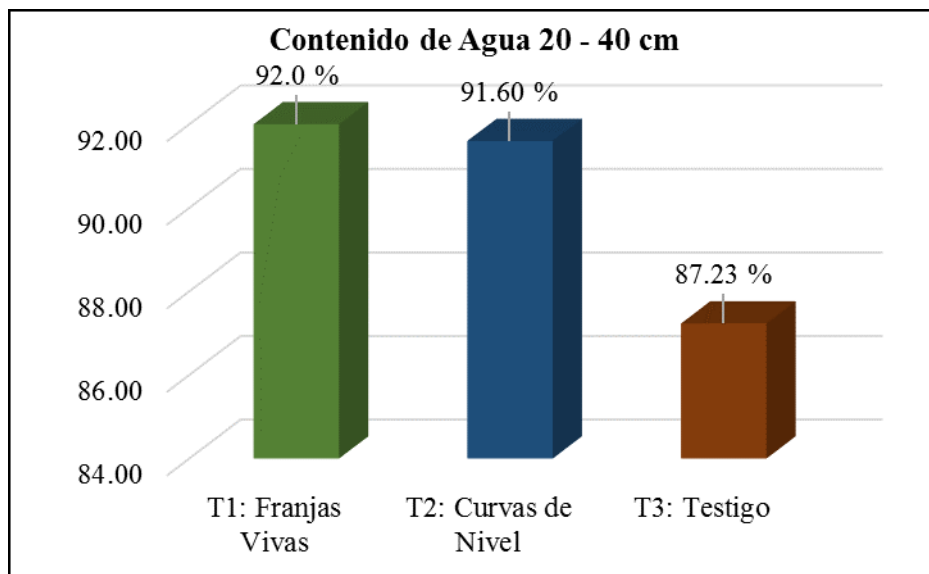
FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Tratamiento	41.95	2	21	31.9 **	5.14	10.92
Error	3.95	6	0.66			
Total	45.9	8				

CV= 0.90%

Elaboración: El Autor

Del análisis de varianza del Contenido de Agua correspondiente a los 20-40 cm de profundidad, se determinó un Fisher calculado de 31.9, valor altamente significativo en comparación a sus correspondiente tabular del 95% de probabilidad estadística; por tal motivo se rechaza la hipótesis nula, en vista de que los tratamientos son estadísticamente muy diferentes.

Se calculó un coeficiente de variación de 0.90%, mismo que indica a pesar de las diferencias registradas en los tratamientos, esta variable no es homogénea.



**Figura 4.23** Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 3

Elaboración: El Autor

En el esquema se verifica me manera más clara que el tratamiento Franjas Vivas es donde más concentración de agua existe y un dato importante a profundidad de 20–40 cm, el cual es en realidad donde existe reservas del agua y

se puede evidenciar la correcta infiltración del agua a las capas freáticas, evitando la acumulación en la superficie y el arrastre del suelo.

#### 4.4.10.1 Pruebas de significancia estadística del Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 3

El análisis de varianza realizado para la variable Contenido de Agua 20-40 cm del mes tres, demuestra que existe significancia estadística y por tal motivo es necesario realizar las pruebas de DUNCAN, TUKEY Y DUNNET, los resultados obtenidos se presentan en el siguiente Cuadro 4.29.

**Cuadro 4.29** Pruebas de sinificancia estadística Contenido de Agua 20-40cm – Mes 3

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>DUNCAN</b>	<b>TUKEY</b>	<b>DUNNET</b>
T1: Franjas vivas	92.00	A	A	A
T2: Curvas de nivel	91.60	A	A	A
T3: Testigo	87.23	B	B	B

**Elaboración:** El Autor

En las pruebas de rango múltiple de Duncan, Tukey Dunnet se formaron dos grupos destacándose las técnicas de conservación; Franjas Vivas y Curvas de Nivel que se encuentran en el rango A; superando al Testigo que se encuentra en el rango B, de esta manera el resultado es favorable para el ensayo y demuestra la efectividad de la aplicación de las estructuras conservacionistas.

En un estudio de igual similitud Medina *et al* (2008), muestra que las precipitaciones fuertes pueden ser directamente erosivas, no obstante las de menor intensidad tienden a acumularse y mostrar volúmenes significativos para producir escorrentía superficial. El área de ensayo presentó fuertes precipitaciones en los meses de Febrero y Marzo con menor intensidad en Abril, por tal razón el Contenido de Agua fue relativamente alto, saturando completamente el suelo. Para Junio se dió comienzo a la época seca y por tal motivo se redujeron las precipitaciones evidenciando la reducción del Contenido de Agua, sin embargo se

noto que en las Curvas de Nivel se acumuló agua y sedimentos proporcionando humedad para la parcela, así también las Franjas Vivas con la especie vetiver (*Vetiveria zizanioides*), retuvieron suficiente porcentaje de agua y cobertura vegetal propia, no así el tratamiento de la Labranza Convencional donde se evidenció con la finalización del cultivo, el suelo desprovisto de vegetación alguna y generando una evaporación acelerada.

#### 4.4.11 Análisis de Variancia pH – Mes 3

Los datos resultantes del análisis de varianza del pH del suelo, en el área del ensayo, correspondientes al mes 3 se muestran en el Cuadro 4.30.

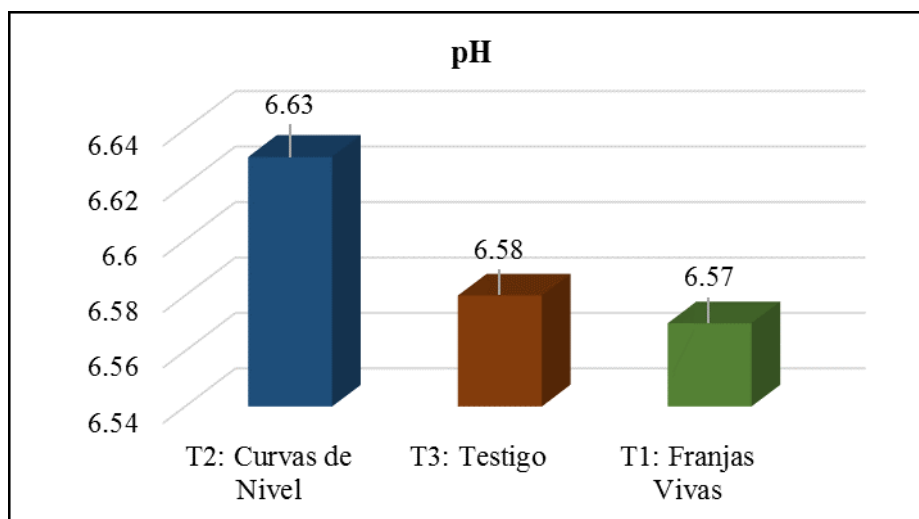
**Cuadro 4.30** ADEVA pH – Mes 3

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	0.01	2	0.003	0.68 ns	5.14	10.92
Error	0.03	6	0.0045			
Total	0.03	8				
CV= 1.01%						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable pH, se calculó un Fisher de 0.68, valor no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal razón se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos presentan similitud estadística, por la cual no es necesario realizar pruebas de significancia.

El coeficiente de variación para esta variable es de 1.01%, determinando que existe homogeneidad en lo que respecta a este análisis; probablemente a que todavía no se demuestra el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.24** Variable pH – M es 3

**Elaboración:** El Autor

En la figura 4.18 se muestra de manera esquemática que el tratamiento Curvas de Nivel con una media de 6.63, que determina un pH prácticamente Neutro, así también los demás tratamientos que difieren tan solo aritméticamente, de acuerdo a los resultados del análisis de suelos del Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

#### 4.4.12 Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) - Mes 3

Los resultados conseguidos del análisis de varianza de la Materia Orgánica presente en el suelo del área experimental y que corresponde al mes 3 se presentan en el Cuadro 4.31.

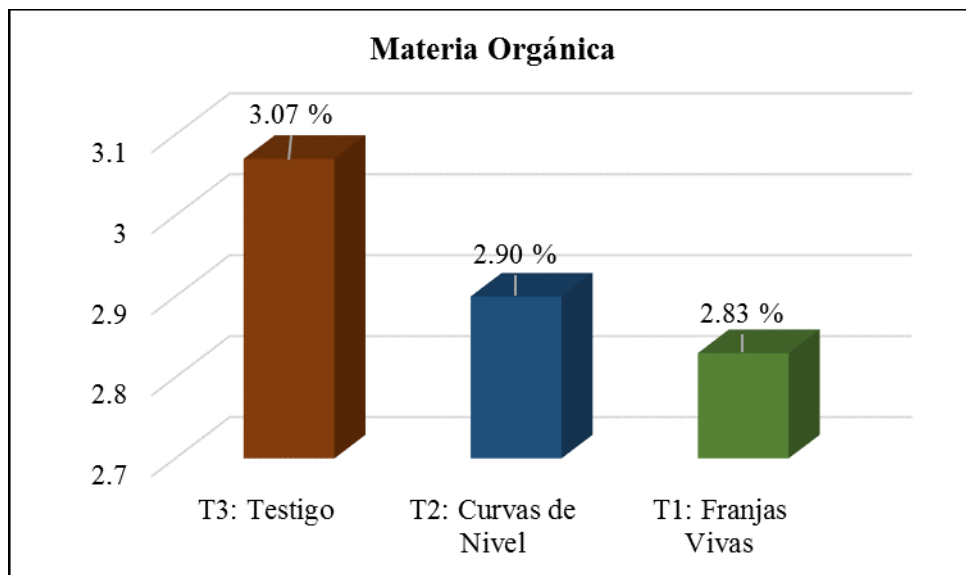
**Cuadro 4.31** ADEVA, Materia Orgánica – M es 3

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	0.09	2	0.04	0.6 ns	5.14	10.92
Erros	0.43	6	0.07			
Total	0.52	8				
CV= 9.16%						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable Materia Orgánica, se obtuvo un Fisher calculado de 0.6, mismo que no representa significancia en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo se acepta la hipótesis nula, en razón de que los tratamientos son estadísticamente similares, por la cual no es necesario realizar más pruebas.

El coeficiente de variación para esta variable es de 9.16%, determinando que existe homogeneidad en lo que respecta a esta variable; probablemente a que todavía no se evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.25** Variable Materia Orgánica – Mes 3

**Elaboración:** El Autor

En la figura se muestra que el tratamiento Testigo con una media de 3.07 determina aritméticamente más contenido de Materia Orgánica en el suelo del ensayo. Según los resultados del análisis de suelos del Laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en las Franjas Vivas y Curvas de Nivel el contenido de Materia Orgánica es de categoría baja.

#### 4.4.13 Análisis de varianza contenido de agua 0-20 cm – Mes 4

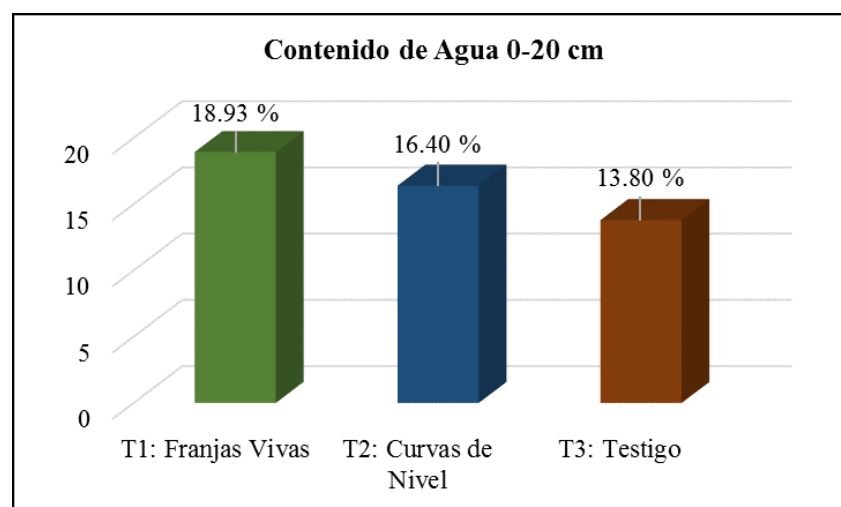
Los resultados del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 0-20 cm de profundidad del suelo, que corresponden al mes 3 se detallan en el Cuadro 4.32.

**Cuadro 4.32** ADEVA, Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 4

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	39.53	2	19.76	18 **	5.14	10.92
Error	6.59	6	1.10			
Total	46.12	8				
CV= 6.40 %						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable Contenido de Agua a la profundidad de 0-20 cm, se obtuvo un Fisher de 18, valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo se rechaza la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos difieren estadísticamente; por tal motivo es necesario realizar pruebas de significancia estadística. El coeficiente de variación de 6.40%, determina que no existe similitud en lo que respecta a esta variable y por ende se evidencia el efecto de las estructuras conservacionistas aplicados en la investigación.



**Figura 4.26** Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 4

**Elaboración:** El Autor



El resultado del Contenido de Agua a la profundidad de 0-20 cm, presenta diferencias significativas, siendo el tratamiento Franjas Vivas el que mejores condiciones presta para concentrar agua seguido por las Curvas de Nivel y finalmente el Testigo.

#### 4.4.13.1 Pruebas de significancia estadística Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 4

El análisis de varianza realizado para la variable Contenido de Agua 0-20 cm del mes 4, demuestra alta significancia estadística por ende se aplican las pruebas correspondientes, los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4.33.

**Cuadro 4.33** Pruebas estadísticas Contenido de Agua 0-20 cm – Mes 4

TRATAMIENTO	Medias	DUNCAN	TUKEY	DUNNET	
T3: Testigo	18.93	C	B	A	
T1: Franjas vivas	16.40	A	A	B	
T2: Curvas de nivel	13.80	B	A	B	C

**Elaboración:** El Autor

En las pruebas de rango múltiple de Duncan, Tukey y Dunnet se formaron tres grupos destacándose las estructuras de conservación; Franjas Vivas para Duncan y Tukey en rango A, mientras que en Dunnet en rango B, para este tratamiento. El tratamiento de Curvas de Nivel presentan para Duncan en rango B, Tukey rango AyB, mientras que en Dunnet posee un rango C. El tratamiento Testigo en las pruebas de Dunnet, Tukey y Duncan presentan rangos A,B,C respectivamente, de esta manera se evidencia que el resultado es favorable para el experimento y demuestra la efectividad de las prácticas conservacionistas, siendo que las Franjas Vivas presentan las mejores condiciones para la retención de Contenido de Agua a los 0-20 cm de profundidad en el suelo.

#### 4.4.14 Análisis de varianza contenido de agua 20-40 cm – Mes 4

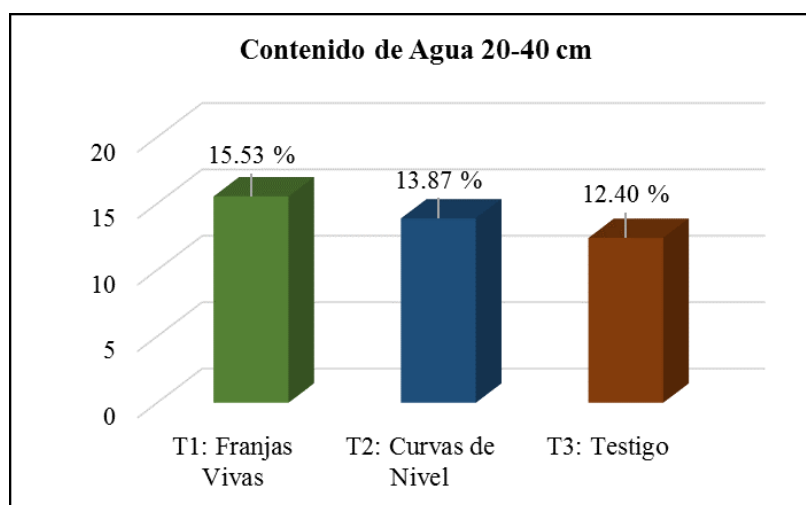
Los resultados del análisis de varianza del Contenido de Agua a los 20-40 cm de profundidad del suelo y que corresponden al mes 3 se presentan en el Cuadro 4.34.

**Cuadro 4.34** ADEVA Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 4

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Tratamiento	14.75	2	7.37	28.12 **	5.14	10.92
Error	1.57	6	0.26			
Total	16.32	8				
CV= 3.68 %						

Elaboración: El Autor

En el análisis de varianza de la variable Contenido de Agua a la profundidad de 20-40 cm, se obtuvo un Fisher calculado de 28.12, valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo no se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos difieren estadísticamente; por la cual es necesario realizar las demás pruebas de significancia estadística. El coeficiente de variación de 3.68%, determina que no existe homogeneidad en lo que trata a esta variable y por ende se evidencia el efecto positivo de las estructuras conservacionistas aplicadas en la investigación.



**Figura 4.27** Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 4

Elaboración: El Autor

El resultado del Contenido de Agua a profundidad de 20-40 cm, presenta diferencias estadísticas significativas, es por eso que se aplican las pruebas correspondientes, en la figura 4.27 el tratamiento Franjas Vivas es el que mejores condiciones presta para concentrar agua seguido por el tratamiento de las Curvas de Nivel y finalmente el Testigo.

#### 4.4.14.1 Pruebas de significancia estadística Contenido de Agua 20-40 cm - Mes 4

El análisis de varianza realizado para la variable Contenido de Agua 20-40 cm del mes 4, evidencia alta significancia estadística y por ende es necesario realizar las pruebas de DUNCAN, TUKEY Y DUNNET.

**Cuadro 4.35** Pruebas estadísticas Contenido de Agua 20-40 cm – Mes 4

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Medias</b>	<b>DUNCAN</b>	<b>TUKEY</b>	<b>DUNNET</b>
T3: Testigo	15.53	C	C	A
T1: Franjas vivas	13.87	A	A	B
T2: Curvas de nivel	12.40	B	B	C

**Elaboración:** El Autor

En las pruebas de rango múltiple de Duncan, Tukey y Dunnet se formaron tres grupos destacándose las técnicas de conservación; Franjas Vivas para Duncan y Tukey en rango A, mientras que en Dunnet en rango B, para este tratamiento. El tratamiento de Curvas de Nivel presentan para Duncan y Tukey en rango B, mientras que en Dunnet posee un rango C. El tratamiento Testigo en las pruebas de Dunnet presenta un rango A, Tukey y Duncan presentan un rango B, de esta manera se evidencia que el resultado es favorable para el experimento y demuestra la efectividad de dichas estructuras conservacionistas siendo así que las Franjas Vivas presentan las mejores condiciones para la retención de Contenido de Agua a los 20-40 cm de profundidad en el suelo experimental.

Según Navarro *et al* (2012), manifiesta que la calidad física del suelo se asocia con el uso eficiente del agua y los nutrientes, es así que las estructuras conservacionistas que mejores resultados presentaron en la retención del Contenido de Agua son las Franjas vivas, seguido por las Curvas de Nivel, sobre todo en el último mes, manteniendo humedad en la profundidad de 20-40 cm, mientras que la Labranza Convencional produjo valores que desciende drásticamente sobre todo en los inicios de época seca.

#### 4.4.15 Análisis de Variancia pH – Mes 4

Los resultados obtenidos del análisis de varianza del pH del suelo, del área de ensayo y correspondiente al mes 4 se aprecian en el Cuadro 4.36.

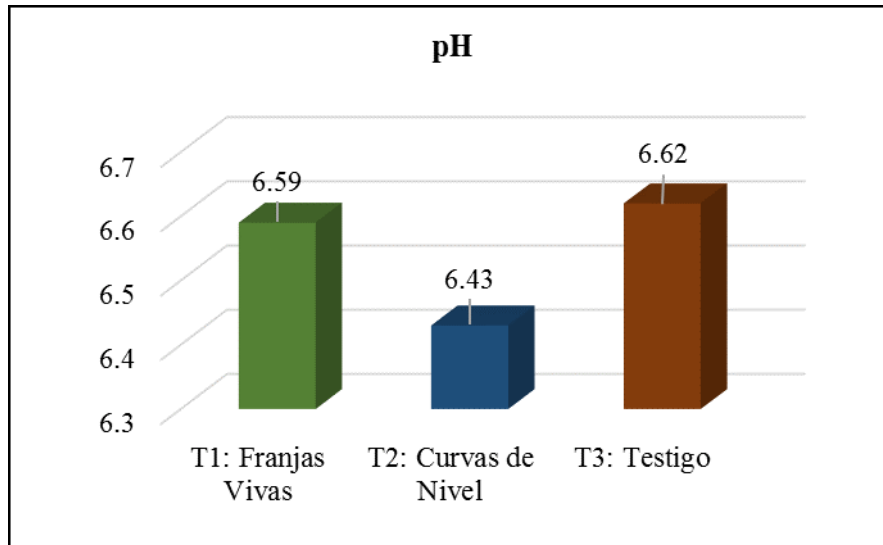
**Cuadro 4.36** ADEVA pH – Mes 4

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F<math>\alpha_{0.05}</math></b>	<b>F<math>\alpha_{0.01}</math></b>
Tratamiento	0.06	2	0.03	0.83 ns	5.14	10.92
Error	0.23	6	0.04			
Total	0.29	8				
CV= 2.99 %						

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de la variable Ph del mes 4, se registró un Fisher calculado de 0.83, valor no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo se acepta la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos son estadísticamente similares.

El coeficiente de variación de 2.99%, determina que existe homogeneidad en lo que respecta a esta variable; probablemente a que todavía no se evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.28** Variable pH – Mes 4

**Elaboración:** El Autor

En la figura se puede apreciar que existe diferencias aritméticas, siendo así que el pH, cuantitativamente en el tratamiento Testigo es mayor, sin embargo en los tres tratamientos mantiene un rango que cataloga al pH como prácticamente Neutro.

#### 4.4.16 Análisis de Variancia Materia Orgánica (MO) – Mes 4

Los resultados del análisis de varianza de la variable Materia Orgánica, correspondientes al mes 4 se detallan en el Cuadro 4.37.

**Cuadro 4.37** ADEVA Materia Orgánica – Mes 4

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Tratamiento	0.03	2	0.01	0.1 ns	5.14	10.92
Error	0.88	6	0.15			
Total	0.91	8				

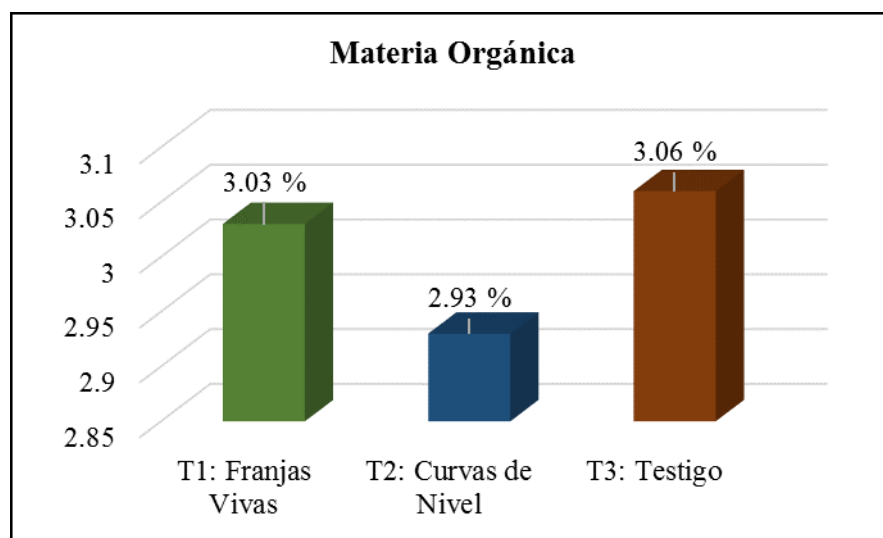
CV= 12.72 %

**Elaboración:** El Autor

En el análisis de varianza de la variable Materia Orgánica correspondiente al mes 4, se calculó un Fisher de 0.1, valor no significativo en comparación a su

correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; por tal motivo sigue considerando la hipótesis nula, en virtud de que los tratamientos presentan similitud; razón por la cual no es necesario realizar pruebas de significancia estadística.

El coeficiente de variación de 12.72%, determina que existe homogeneidad en lo que respecta a la variable analizada, seguramente a que todavía no se evidencia el efecto de los tratamientos investigados.



**Figura 4.29** Variable Materia Orgánica – Mes 4

**Elaboración:** El Autor

En la figura 4.23 se evidencia que aritméticamente el tratamiento Testigo con aplicación de la labranza convencional es la que presenta mayor contenido de Materia Orgánica esto se debe a la remoción intensiva de material vegetativo en el área y la descomposición acelerada debido a las condiciones ambientales que presenta el área, sin embargo la época seca comienza y el suelo esta descubierto y propenso a los rayos solares y por ende a la compactación del suelo derivando para las próximas siembras un laboreo intenso para la siembra y por lo mismo la degradación continua del suelo, no obstante la diferencia aritmética no es mayor puesto que en las Franjas Vivas existe una media de 3.03% demostrando un contenido de Materia Orgánica en un rango medio.

De acuerdo a los resultados se puede determinar que las estructuras conservacionistas, generan cambios en el comportamiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, teniendo en cuenta que para la investigación no existe mayor significancia estadística, pero si matemática sobre todo del pH y la Materia Orgánica, demostrando la optimización del recurso suelo, además el Contenido de Agua fue relativamente similar en los meses de análisis, sin embargo se puede apreciar un mayor rendimiento del cultivo en las estructuras conservacionistas.

Para la FAO (2015), estima que la producción agrícola para el 2050 deberá aumentar un 60% a nivel mundial, mientras que en los países en vías de desarrollo será del 100%, sólo para atender la demanda de alimentos, es por eso que existe la necesidad de controlar la erosión del suelo y de acuerdo a la aplicación de técnicas conservacionistas se puede evitar gastos de índole económico además de los servicios ambientales que provean.

En los países en vías de desarrollo existe poco margen para ampliar la frontera agrícola, denotando la necesidad de recuperar los suelos cultivables mediante estructuras de conservación así también en el rendimiento del cultivo deberá ser óptimo y favorable para la economía del pequeño productor. El presente estudio es una referencia de cómo se puede producir considerablemente un cultivo sin la necesidad de utilizar herramientas de tracción mecánica o de fertilizantes químicos, ya que con la aplicación de Franjas Vivas y Curvas de Nivel en un cultivo de fréjol se obtuvo un rendimiento aceptable, mientras que en la Labranza Convencional requirió de constantes labores culturales y de asistencia técnica.

El área del ensayo presentó una pendiente del 12%, por tal motivo la escorrentía superficial fue evidente. Las Franjas Vivas retuvieron en gran parte el paso del agua, mientras que en las Curvas de Nivel, se acumuló en los camellones requiriendo limpieza paulatina del área y reposición de los sedimentos a la parcela. En tanto que Martínez y Uribe (2010), afirman que es necesario realizar limpieza en dichas estructuras conservacionistas, ya que con la escorrentía no solo

se acumulan de agua sino también sedimentos y restos de plantas, luego de fuertes y constantes precipitaciones podría estar saturadas y perder su funcionalidad.

#### 4.5 Correlación entre las variables del Ensayo

Para Camacho (2008), dicho análisis es el método mas sencillo para determinar la correlación entre dos variables. La magnitud y el signo detallan la intensidad de la asociación, siendo que el valor absoluto puede variar entre cero y uno. Los valores cercanos a cero indican que las variables no están correlacionadas estadísticamente mientras que, el signo positivo indica valores altos de asociación en los dos casos, así también el signo negativo indica valores altos en una variable mientras que, en la otra los datos serán relativamente bajos.

**Cuadro 4.38** Datos de Correlación entre Variables

Med.	Tratamiento	Contenido de agua (%) vol.		MO (%)	pH
		0-20 cm	20-40 cm		
Med1	T1	77.40	78.93	2.60	6.76
Med2	T1	79.63	81.73	2.87	6.72
Med3	T1	85.23	92.00	3.07	6.63
Med4	T1	18.93	15.53	3.07	6.62
Med1	T2	77.33	78.70	2.47	6.69
Med2	T2	73.30	76.60	2.77	6.70
Med3	T2	84.70	91.60	2.90	6.58
Med4	T2	16.40	13.87	3.03	6.60
Med1	T3	75.20	76.83	2.27	6.65
Med2	T3	72.43	74.67	2.50	6.64
Med3	T3	84.13	87.23	2.83	6.57
Med4	T3	13.80	12.40	2.93	6.43

**Elaboración:** El Autor

El análisis de correlación se determinó en cada Tratamiento de acuerdo a la metodología planteada para dicho análisis, siendo así que la correlación se tabuló mediante el análisis de las cuatro mediciones de cada tratamiento en base al rango de:  $\alpha 0.05$  correspondiente al 0.811 y  $\alpha 0.01$  correspondiente al 0.917.



**Cuadro 4.39** Análisis de Correlación Franjas Vivas

<b>Variab</b> les	<b>r</b>	<b>sig</b>
Cont de Agua 0-20 cm vs 20-40 cm	0.99	**
Cont de Agua 0-20 cm vs MO	-0.41	ns
Cont de Agua 0-20 cm vs pH	0.52	ns
Cont de Agua 20-40 cm vs MO	-0.36	ns
Cont de Agua20-40 cm vs pH	0.47	ns
MO vs pH	-0.96	**

**Elaboración:** El Autor

Del análisis de correlación efectuado para el Tratamiento 1, se evidencia que existe una relación directamente proporcional en los tratamientos investigados, siendo así que el Contenido de Agua a la profundidad de 0-20cm y 20-40cm presenta alta significancia, así mismo en la relación entre Materia Orgánica y pH.

Es así que en el análisis de correlación del Tratamiento Franjas Vivas, notamos alta significancia con un valor positivo 0.998 que se acerca a 1, en la correlación del Contenido de agua 0-20 cm vs 20-40 cm, mientras que la Materia Orgánica vs Ph, el valor es de 0.960 con signo negativo que evidentemente Camacho (2008) indica, que cambian en sentido contrario de acuerdo a los valores presentados en el cuadro 4.39.

**Cuadro 4.40** Análisis de Correlación Curvas de Nivel

<b>Variab</b> les	<b>r</b>	<b>sig</b>
Cont de Agua 0-20 cm vs 20-40 cm	0.99	**
Cont de Agua 0-20 cm vs MO	-0.60	ns
Cont de Agua 0-20 cm vs pH	0.32	ns
Cont de Agua 20-40 cm vs MO	-0.55	ns
Cont de Agua20-40 cm vs H	0.28	ns
MO vs pH	-0.75	ns

**Elaboración:** El Autor

En análisis de correlación efectuado para el tratamiento de Curvas de Nivel, se determina que existe una relación directamente proporcional en uno solo de los

tratamientos investigados, siendo así que el contenido de agua a la profundidad de 0-20cm vs 20-40cm presenta alta significancia en este tipo de estructura conservacionista.

**Cuadro 4.41** Análisis de Correlación Labranza Convencional

Variables	r	sig
Cont de Agua 0-20 cm vs 20-40 cm	0.99	**
Cont de Agua 0-20 cm vs MO	0.55	ns
Cont de Agua 0-20 cm vs pH	0.87	ns
Cont de Agua 20-40 cm vs MO	0.54	ns
Cont de Agua 20-40 cm vs pH	0.86	ns
MO vs pH	0.86	ns

**Elaboración:** El Autor

En análisis de correlación efectuado para el tratamiento Testigo determina que: existe una relación directamente proporcional en uno de los tratamientos investigados, siendo así que el Contenido de Agua a la profundidad de 0-20cm vs 20-40cm presenta alta significancia mientras que en relación a la materia orgánica vs pH la relación no es significativa, dicho tratamiento corresponde a la labranza convencional.

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- En la caracterización cartográfica, se determinó que el área de estudio se encuentra en la Zona de Vida Bosque Húmedo Pre Montano, Cobertura Vegetal de Pasto Cultivado, Taxonomía Edáfica Inceptisol, Pendientes con Relieves del 5-12%, Clase Agrológica III Tierras Apropriadas para Cultivos Permanentes y con una Población Económicamente Activa de 3222 habitantes.
- Del análisis de caracterización del suelo, en lo que refiere al pH, se determina que es Prácticamente neutro coincidiendo la época lluviosa, mientras que con la aplicación de estructuras conservacionistas no cambia su condición y su determinación al final del ensayo es la misma, que en época seca.
- En la caracterización del área de ensayo, en lo que refiere al Contenido de Materia Orgánica, posee 1.6 % siendo así categorizado como Bajo, el primero y segundo mes, mientras que en el tercer mes se puede apreciar en el tratamiento dos valores de 3.2-3.0 %, categorización Media y la cuarta medición se puede detallar que en los tratamientos uno y dos (T1R1), (T2R1,T2R3,T2R4) el contenido de materia orgánica fluctúa entre los 3-3.20%, de categorización Media, este rango se debe al cambio de época lluviosa a seca.

- Los valores del Contenido de Agua en el suelo a profundidad de 0-20cm y 20-40 cm, en los tres tratamientos investigados fluctúan en una media del 70% volumétrico en los meses correspondientes a época lluviosa de Marzo, Abril y Mayo, mientras que en época seca al finalizar el mes de Junio en las estructuras conservacionistas el contenido volumétrico oscila entre 15-23% y la labranza convencional fluctúa entre los 10-15% volumétrico.
- Las Franjas Vivas con la especie Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), se destacaron por evidenciar un rápido crecimiento y adaptabilidad, además se mostró como una especie no invasora en los cultivos, al frenar significativamente el arrastre de sedimentos por efecto de la precipitaciones, en las parcelas experimentales que atribuyen a esta estructura conservacionista.
- Del análisis de correlación se evidencia que existe una relación directamente proporcional en los tratamientos investigados, siendo así que el Contenido de Agua a profundidad de 0-20 cm vs 20-40 cm, presenta alta significancia; además de la relación altamente significativa entre Materia Orgánica vs pH, en las Franjas Vivas; también presenta significancia la Materia Orgánica vs pH en la labranza convencional, mientras que la relación entre las variables restantes no presentaron ninguna correlación estadísticamente significativa.
- Las propiedades físico – químicas del área de investigación mejoran su condición, mediante la aplicación de estructuras conservacionistas y el escaso laboreo cultural, demostrando una mejor condición para los suelos, además generando un rendimiento productivo aceptable del cultivo de la especie *Phaseolus vulgaris* L.

## 5.2 Recomendaciones

- Se sugiere implementar estructuras conservacionistas en zonas agrícolas con pendiente mayor al 5%, para controlar el arrastre de la capa fértil del suelo, principalmente por Escorrentía superficial.
- Se recomienda realizar un estudio de compactación del suelo, debido a que grandes extensiones de terreno y sobre todo en relieves que superan el 5% de pendiente, son destinados a actividades de ganadería, debido a esto el suelo está expuesto a compactación y erosión progresiva.
- Se sugiere poner énfasis en los objetivos del Buen Vivir, puesto que ahí ampara la protección y recuperación del recurso suelo, además la constitución nacional en la sección Quita - Suelo - Art 409, declaran que es de interés público y prioridad nacional, la conservación del suelo en especial de su capa fértil, atribuyendo la competencia a las juntas parroquiales, cantonales y provinciales, a realizar actividades que garanticen la protección y recuperación de los mismos.
- Se recomienda involucrar a los estudiantes de la Unidad Educativa Eugenio Espejo, para que sean pioneros en receptar conocimientos acerca de las estrategias de conservación del suelo, estableciendo pequeños grupos participativos que pongan en práctica nuevos proyectos vinculantes, con el fin brindar alternativas para la mitigación de la problemática ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alvarez, H.S., and R. Steinbach. (2009). *A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas*. Soil and Tillage Research 104:1-15.
- Arcos Franklin. (2008). *Estudio de la Agroquímica del suelo, Riobamba – Ecuador*. Pag 51 – 53.
- Báez, M. A. & Aguirre Medina, J. F. (2011). *Efecto De La Labranza De Conservación Sobre Las Propiedades Del Suelo*. Terra Latinoamericana, 29(2) 113-121. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321257001>
- Cadena-Zapata , M., Cantú-Sifuentes, M., Campos-Magaña, S. & Ríos-Camey, M. (2010). Modelo para estimar un límite superior de laborabilidad del suelo en función de su textura y concentración de materia orgánica. Terra Latinoamericana, 28(4) 297-305. Recuperado de <http://redalyc.org/articulo.oa?id=57318502001>
- Camacho-Sandoval, Jorge (2008). *Asociación entre variables cuantitativas: Análisis de correlación Acta Médica Costarricense*, vol. 50, núm. 2, pp. 94-96, Costa Rica. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=43411756005>
- Castañeda Nelva (s.f). *Técnicas y estructuras de conservación de Suelos y Agua*, centro de investigaciones INIA- Carillanca: disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33857.pdf>
- Castro Mendoza, Itzel (2013). *Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madín, México*. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-)

Chinchilla, Miguel; Mata, Rafael; Alvarado, Alfredo *Andisoles, Inceptisoles y Entisoles de la Subcuenca del Río Pirrís, Región de los Santos, Talamanca, Costa Rica*. *Agronomía Costarricense*, vol. 35, núm. 1, 2011, pp. 83-107 Universidad de Costa Rica. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=43622353006>

Crespo, G. (2011). *Comportamiento de la materia orgánica del suelo en pastizales*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(4) 343-347. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022260001>

De León Edwin, (2009). *Conservación de suelos y Agroecología*, Proyecto centro de Desarrollo Rural FSG 963. Recuperado de: <http://www.altiplano.uvg.edu.gt/cdr/practicas/2008/Conservacion%20de%20suelos/Estudiantes/suel%20est.pdf>

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA 2015). Recuperado de: <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/survey/class/>

FAO (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Primera actualización, Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0510s/a0510s00.pdf>

FAO (2015). *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*; Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4373s.pdf>

Herrando Pérez, Salvador; La Torre-Cuadros, María de los Ángeles Surrogacía taxonómica en bosque montano andino *Revista Peruana de Biología*, vol. 19, núm. 1, abril, 2012, pp. 101-105 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=195024647014>

Instituto Geográfico Militar (IGM). Recuperado de:  
<http://www.igm.gob.ec/work/index.php>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Recuperado de :  
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

Imenson Anton, Curfs Michiel, (2010). *La erosión del suelo, Land care Desertification Afeected Areas from Science towards application*. Lucinda. Recuperado de: <http://geografía.fcsh.unl.pt/lucinda/Leaflets Es.pdf>.

Kappelle M, (2009). *Erosión de suelos*. En: fundación global democracia y Desarrollo (FUNGLODE). Recuperado de:  
[http://www.dominicanaonline.org/Diccionario Medio Ambiente/es/cpo\\_erosión\\_bis.asp](http://www.dominicanaonline.org/Diccionario Medio Ambiente/es/cpo_erosión_bis.asp).

Lara Coba Darina, Herrera Suarez Miguel e Iglesias Coronel Ciro E, (2011). *Sensoramiento continuo de la compactación del suelo: revisión y análisis*. Rev Cie Téc Agr, pp. 35-40 . Recuperado de:  
<<http://scielo.sld.cu/scielo.php>.

López Garrido Rosa(2010). *Laboreo de Conservación: efecto a corto y largo plazo sobre la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos, Seville*.

Martinez G. Ingrid, Ovalle Carlos, Del Pozo Alejandro et al, (2011). *Influence of conservation tillage and soil water content on crop yield in dryland compacted Alfisol of central Chile*. Chilean J. Agric. Res, vol.71, no.4, p.615-622. ISSN 0718-5839

Medina Orozco, L. E., Bravo Espinosa, M., Prat, C., Martínez Menes, M., Ojeda Trejo, E. & Serrato Barajas, B. E. (2008). *Pérdida de suelo, agua y nutrientes en un acrisol bajo diferentes sistemas agrícolas en Michoacán*,



México. Agricultura Técnica en México, 34(2) 201-211. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60834207>

Maya, Y. (2011). *Diagnóstico Ambiental de Suelos Erosionados*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 13(2) 169-179. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93917767006>

Ministerio de Ambiente del Ecuador MAE (2012), Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental

Navarro Bravo, A., Figueroa Sandoval, B., Sangerman-Jarquín, D. M. & Osuna Ceja, E. S. (2012). *Propiedades físicas y químicas del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (4) 690-697. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263125299011>

Observatorio Política Ambiental OPA, (2011). *La política Ambiental, sus instrumentos y el cambio Climático*. Quito – Ecuador. Disponible en: <http://observatoriopoliticaambiental.org/>

Sanz David, (2011). *La importancia de los suelos, Estudios medioambientales, Preservamos nuestros ecosistemas*. Recuperado de: <http://medioambientales.com/la-importancia-de-los-suelos/>

Sistema Nacional de Información. Recuperado de: <http://sni.gob.ec/inicio>

Taboada-Castro, M. M.; Rodríguez-Blanco, M. L.; Taboada-Castro, M. T.; Oropeza-Mota, J. L. *Vulnerabilidad estructural en suelos de textura gruesa bajo cultivo y huerta Terra Latinoamericana*, vol. 29, núm. 1, enero-marzo, 2011, pp. 11-21 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México Disponible en <http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=57319955002>

Troyo-Dieguez, E. (2011). *Diagnóstico y Manejo Ambiental del Agua y Suelo*.  
Tropical and Subtropical Agroecosystems, 13(2) Recuperado de  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93917767001>

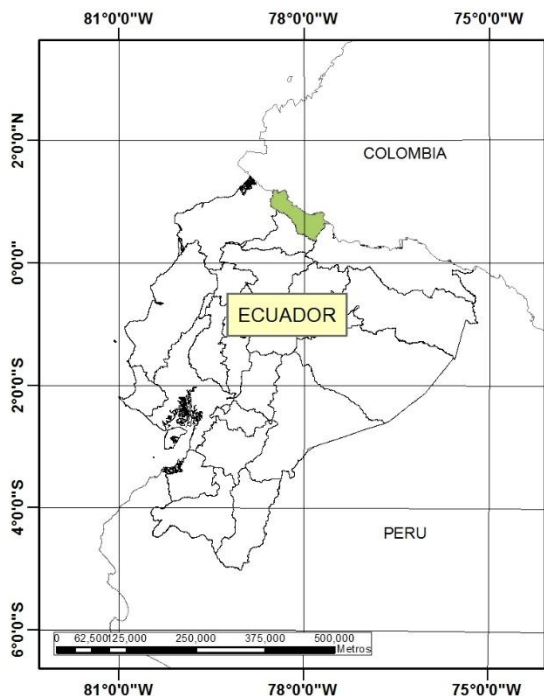
## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. MAPAS**

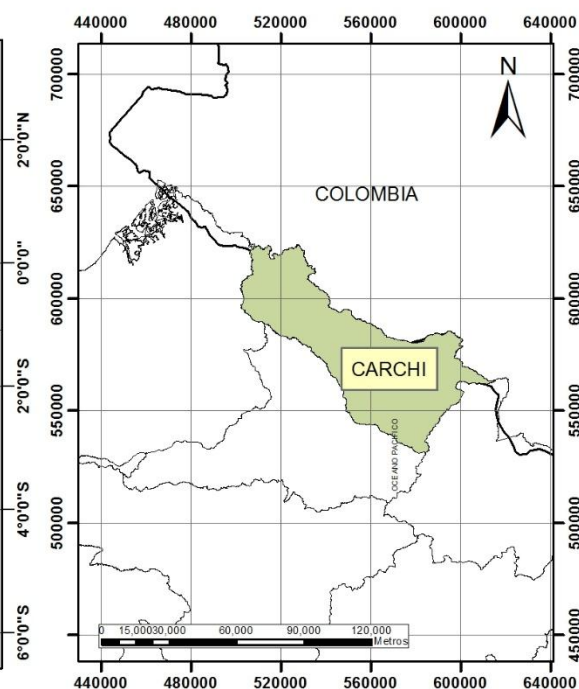


# MAPA DE UBICACION DEL ENSAYO

## UBICACION NACIONAL



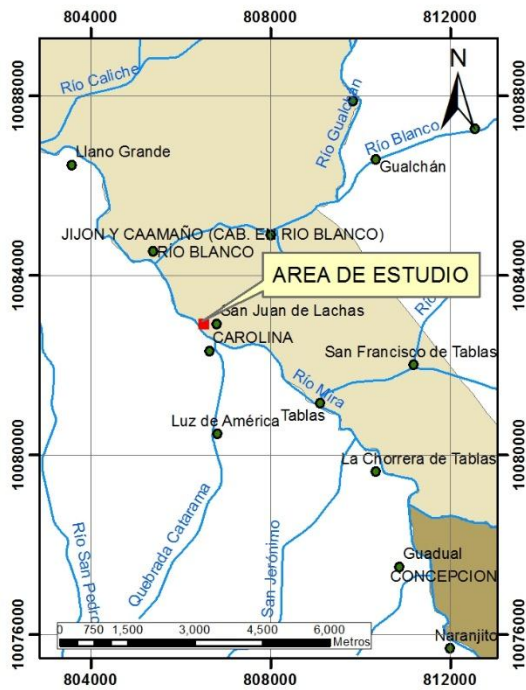
## UBICACION PROVINCIAL



## UBICACION CANTONAL



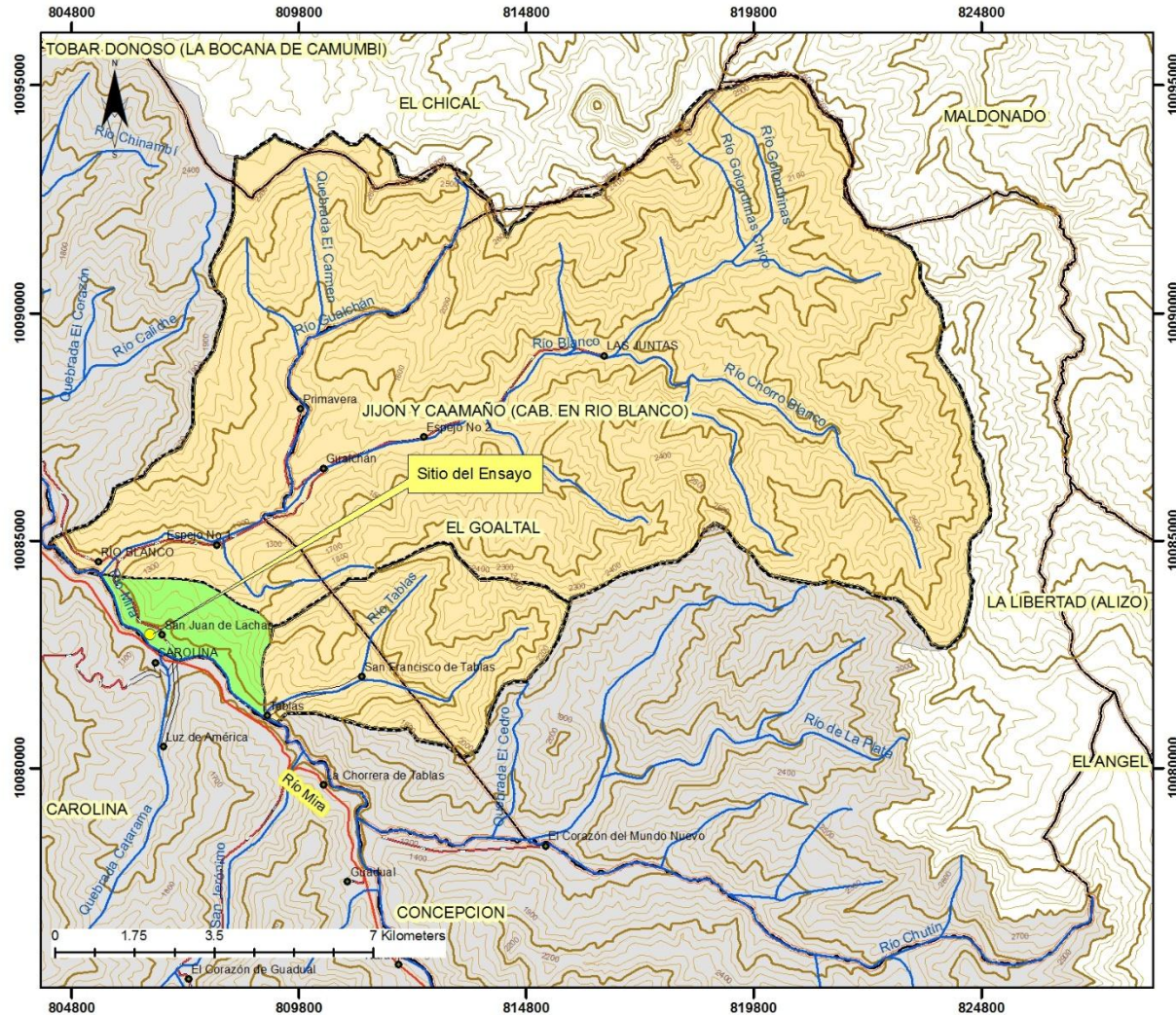
## UBICACION PARROQUIAL



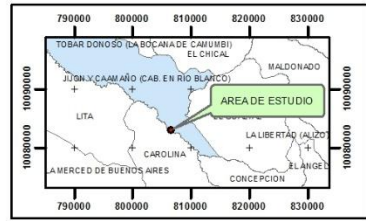




# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



## UBICACIÓN GEOGRÁFICA



## SIMBOLOGÍA

- SITIO DE ENSAYO
  - POBLADOS
  - INTERFLUVIO
  - AREA EXPERIMENTO
  - CUENCA MEDIA RÍO MIRA
  - LIMITE PARROQUIAL
- RÍOS**
- INTERMITENTE
  - PERENNE
- VÍAS**
- RUTA LOCAL
  - RUTA PRIMARIA
  - RUTA SECUNDARIA
- CURVAS DE NIVEL**
- INTERMEDIA
  - ÍNDICE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
ING. RECURSOS NATURALES RENOVABLES

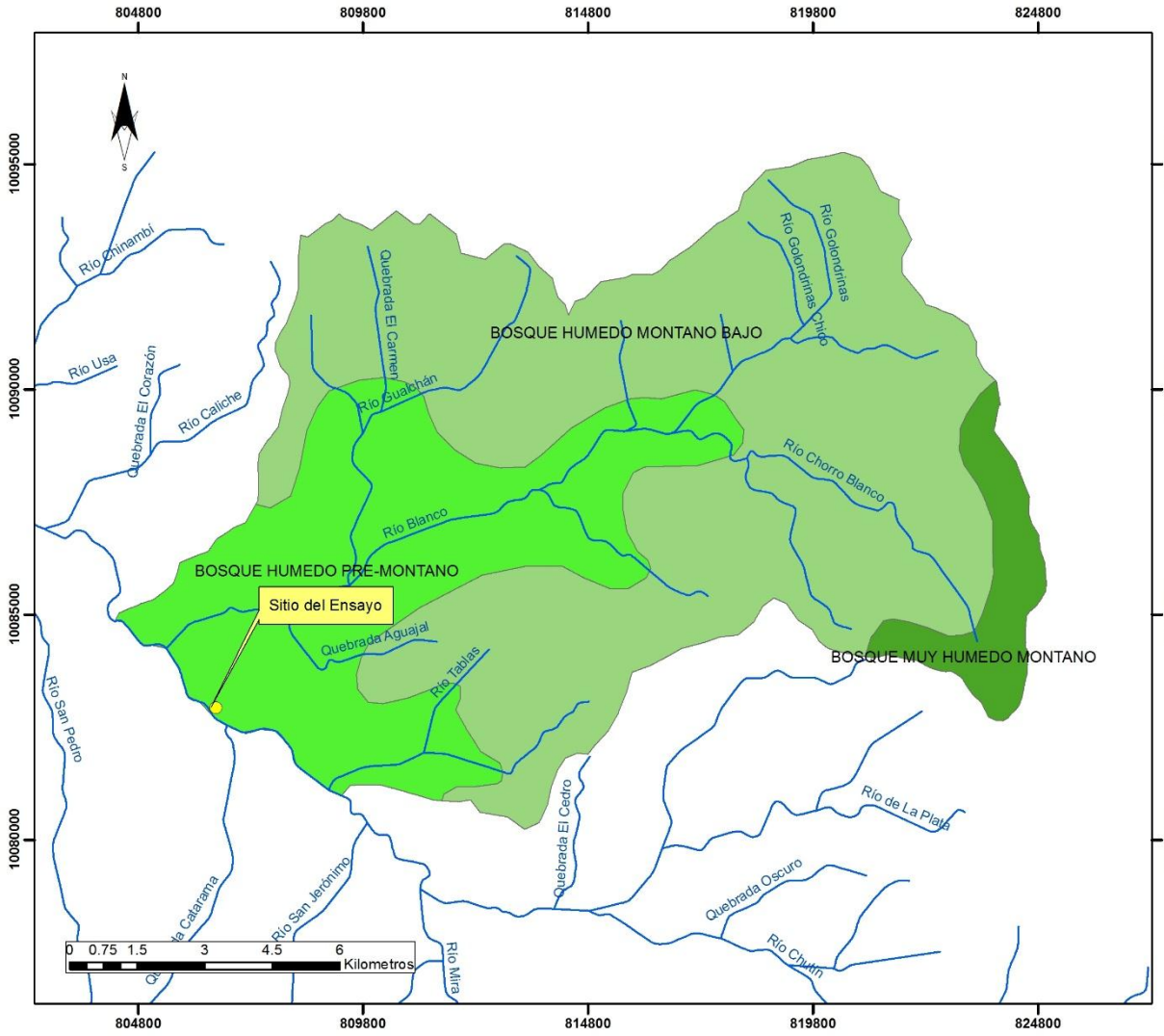
CONTIENE: **MAPA BASE**

ELABORACIÓN: **ANDRÉS PIJALVEAR**  
REVISADO POR: **ING. MARÍA JOSÉ ROMERO**

ESCALA: **Esc: 1:125.000**  
FECHA: **17-06-2014**



# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



## UBICACIÓN GEOGRÁFICA



## SIMBOLOGÍA

- ZONAS DE VIDA**
- BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO
  - BOSQUE HUMEDO PRE-MONTANO
  - BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO
- RÍOS**
- INTERMITENTE
  - PERENNE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
ING. RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CONTIENE: **MAPA DE ZONAS DE VIDA**

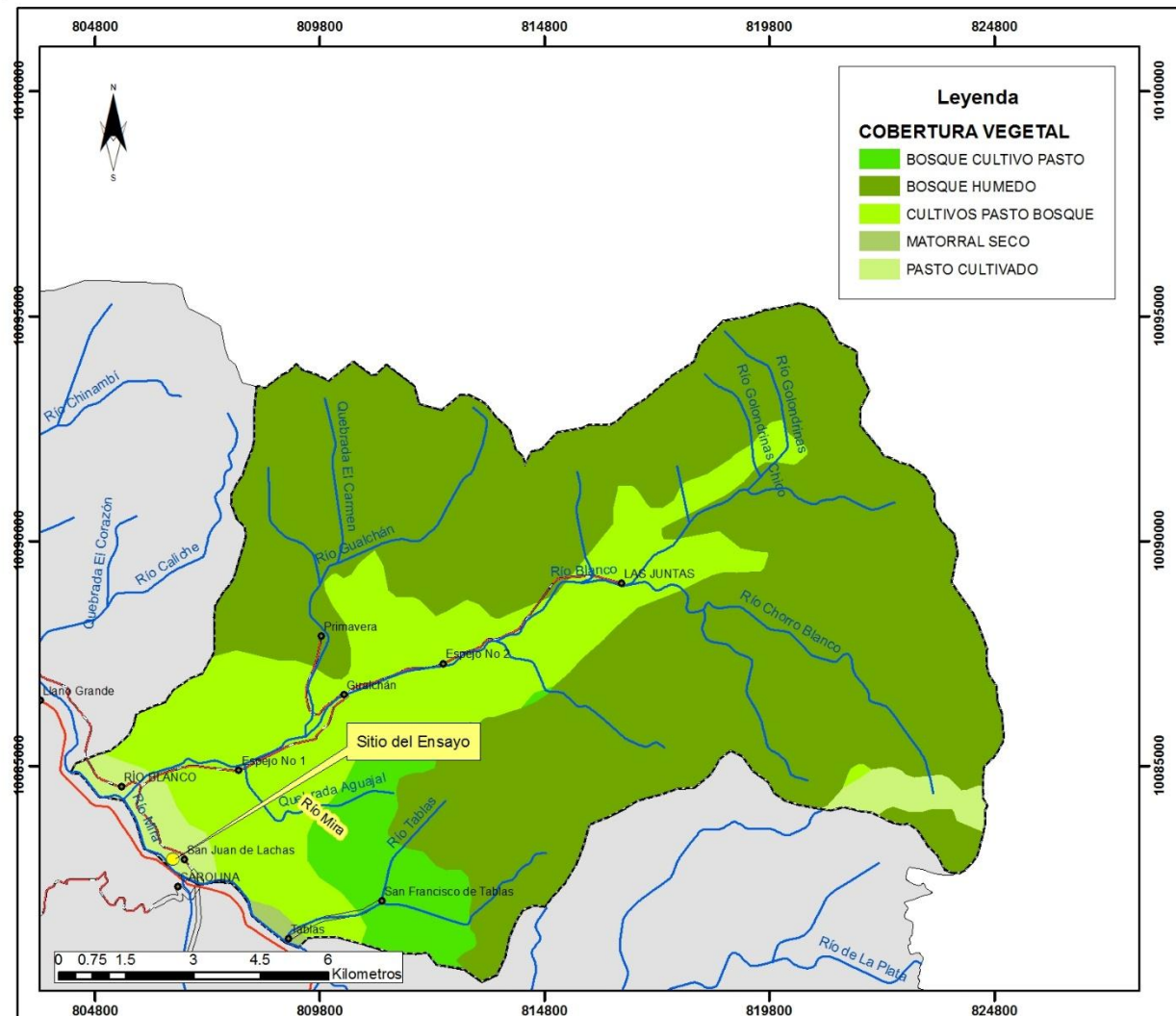
ELABORACIÓN: **ANDRÉS PIJAL ALVEAR** REVISADO POR: **ING. MARÍA JOSÉ ROMERO**

ESCALA: **Esc: 1:125.000** FECHA: **17-06-2014**





# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



## UBICACIÓN GEOGRÁFICA



## SIMBOLOGÍA

- AREA EXPERIMENTO
- RÍOS**
  - INTERMITENTE
  - PERENNE
- VÍAS**
  - RUTA LOCAL
  - RUTA PRIMARIA
  - RUTA SECUNDARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
ING. RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CONTIENE:  
**MAPA DE COBERTURA VEGETAL**

ELABORACIÓN:  
**ANDRÉS PIJAL ALVEAR**

REVISADO POR:  
**ING. MARÍA JOSÉ ROMERO**

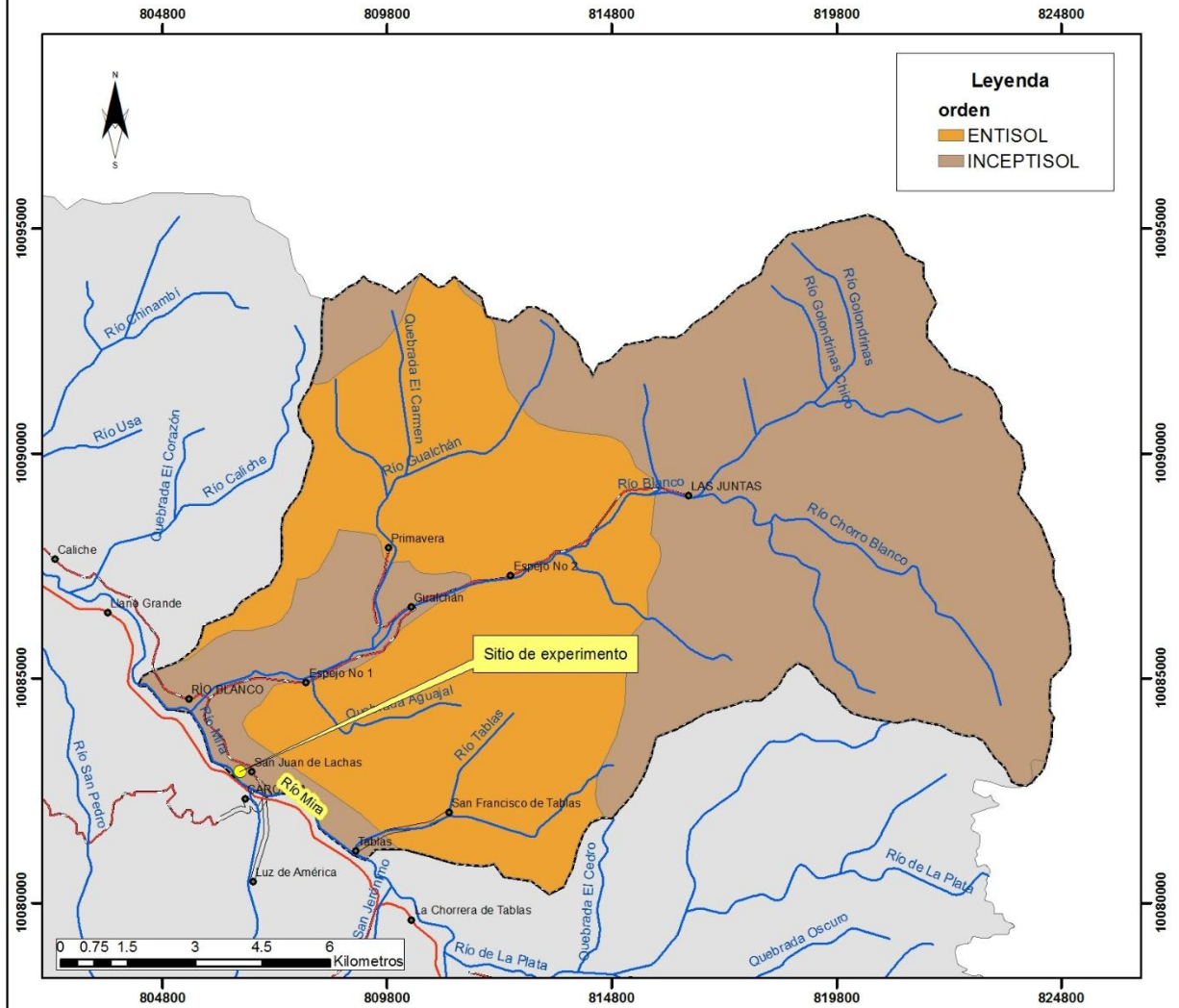
ESCALA:  
**Esc: 1:125.000**

FECHA:  
**17-06-2014**





# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Map showing the location of the study area within Ecuador, with coordinates 84°0'0"W to 75°0'0"W and 4°0'0"S to 0°0'0"S.

Detailed map of the study area showing rivers (Río Mira, Río Blanco, Río Chorro Blanco) and towns (LITA, CAROLINA, CONCEPCION, EL ANGEL, LA LIBERTAD (ALZO), MALDONADO, EL CHICAL, TOBAR DONOSO (LA BOCA) DE CAMUMBI, JIMBA-CAMARÓ (CAB. EN RÍO BLANCO)).

### SIMBOLOGÍA

**AREA EXPERIMENTO**

**RÍOS**

- INTERMITENTE
- PERENNE

**VIAS**

- RUTA LOCAL
- RUTA PRIMARIA
- RUTA SECUNDARIA

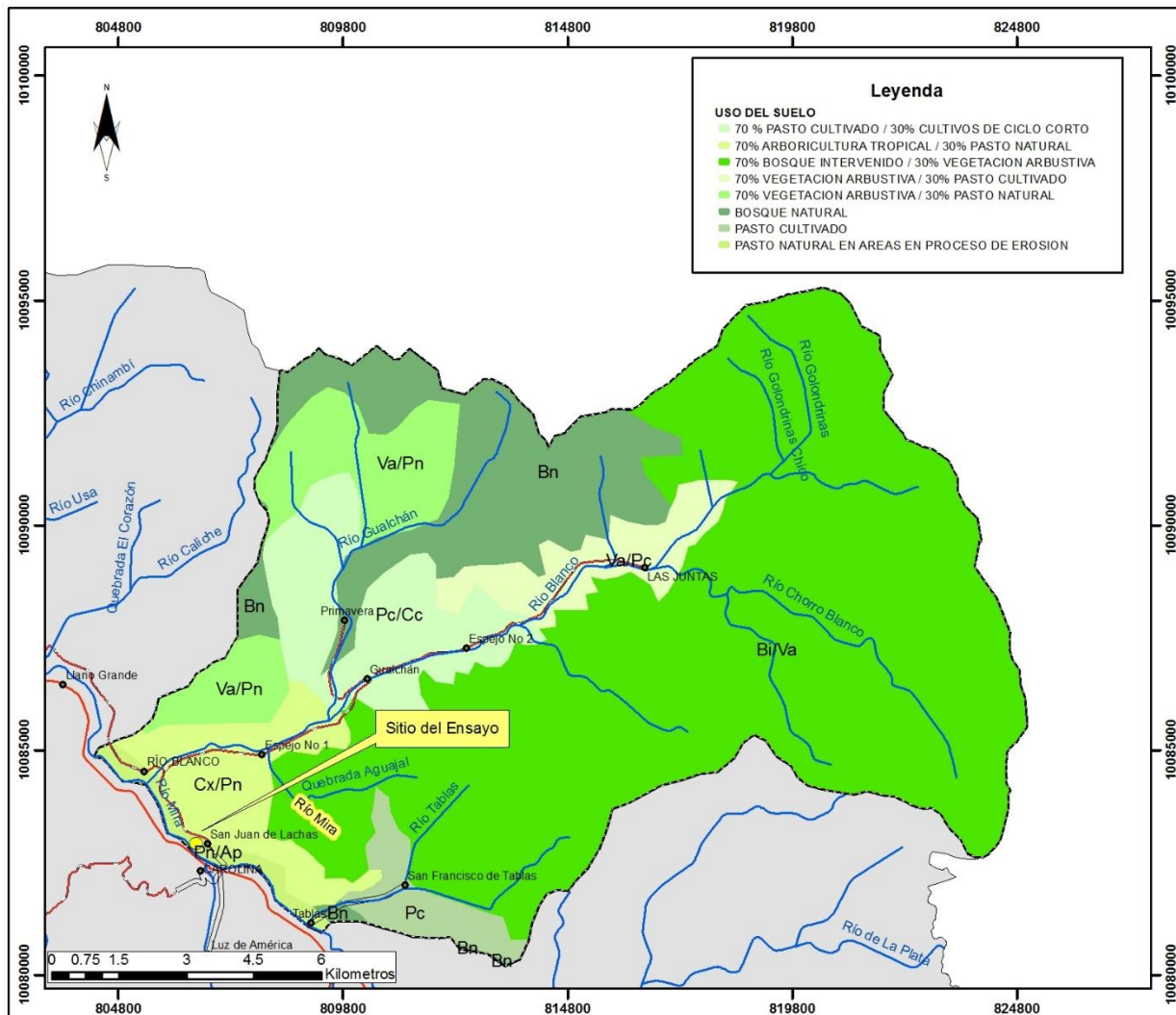
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
 ING. RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CONTIENE: **MAPA DE SUELOS**

ELABORACIÓN: <b>ANDRÉS PIJAL ALVEAR</b>	REVISADO POR: <b>ING. MARÍA JOSÉ ROMERO</b>
ESCALA: <b>Esc: 1:125.000</b>	FECHA: <b>17-06-2014</b>



# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



**Legenda**

**USO DEL SUELO**

- 70 % PASTO CULTIVADO / 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO
- 70% ARBORICULTURA TROPICAL / 30% PASTO NATURAL
- 70% BOSQUE INTERVENIDO / 30% VEGETACION ARBUSTIVA
- 70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% PASTO CULTIVADO
- 70% VEGETACION ARBUSTIVA / 30% PASTO NATURAL
- BOSQUE NATURAL
- PASTO CULTIVADO
- PASTO NATURAL EN AREAS EN PROCESO DE EROSION

**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

**SIMBOLOGÍA**

- AREA EXPERIMENTO
- RÍOS**
  - INTERMITENTE
  - PERENNE
- VIAS**
  - RUTA LOCAL
  - RUTA PRIMARIA
  - RUTA SECUNDARIA

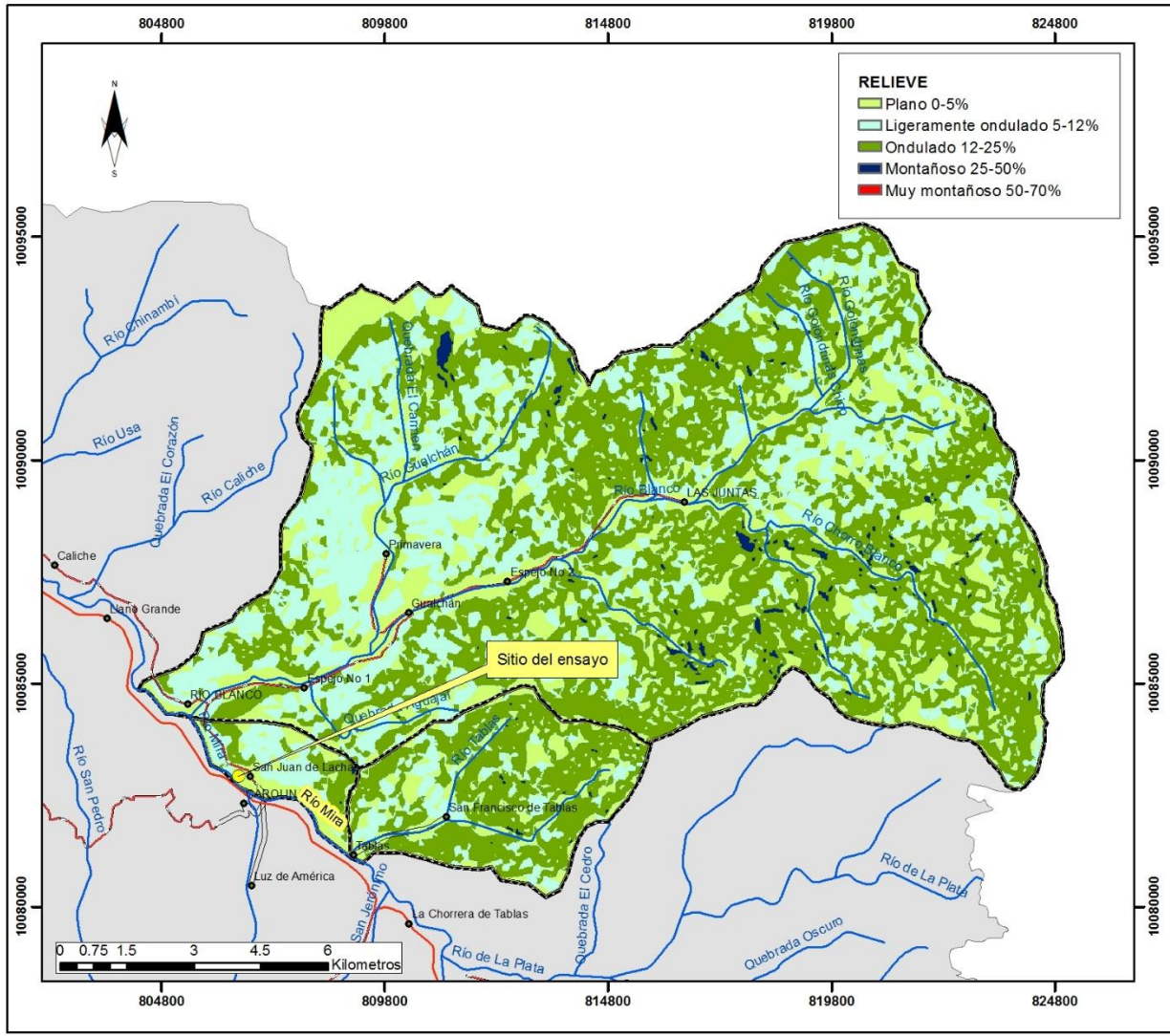
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
ING. RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CONTIENE: **MAPA DE USO DEL SUELO**

ELABORACIÓN: <b>ANDRÉS PIJAL ALVEAR</b>	REVISADO POR: <b>ING. MARÍA JOSÉ ROMERO</b>
ESCALA: <b>Esc: 1:125.000</b>	FECHA: <b>17-06-2014</b>



# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



## UBICACIÓN GEOGRÁFICA



## SIMBOLOGÍA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CONTIENE: **MAPA DE PENDIENTES**

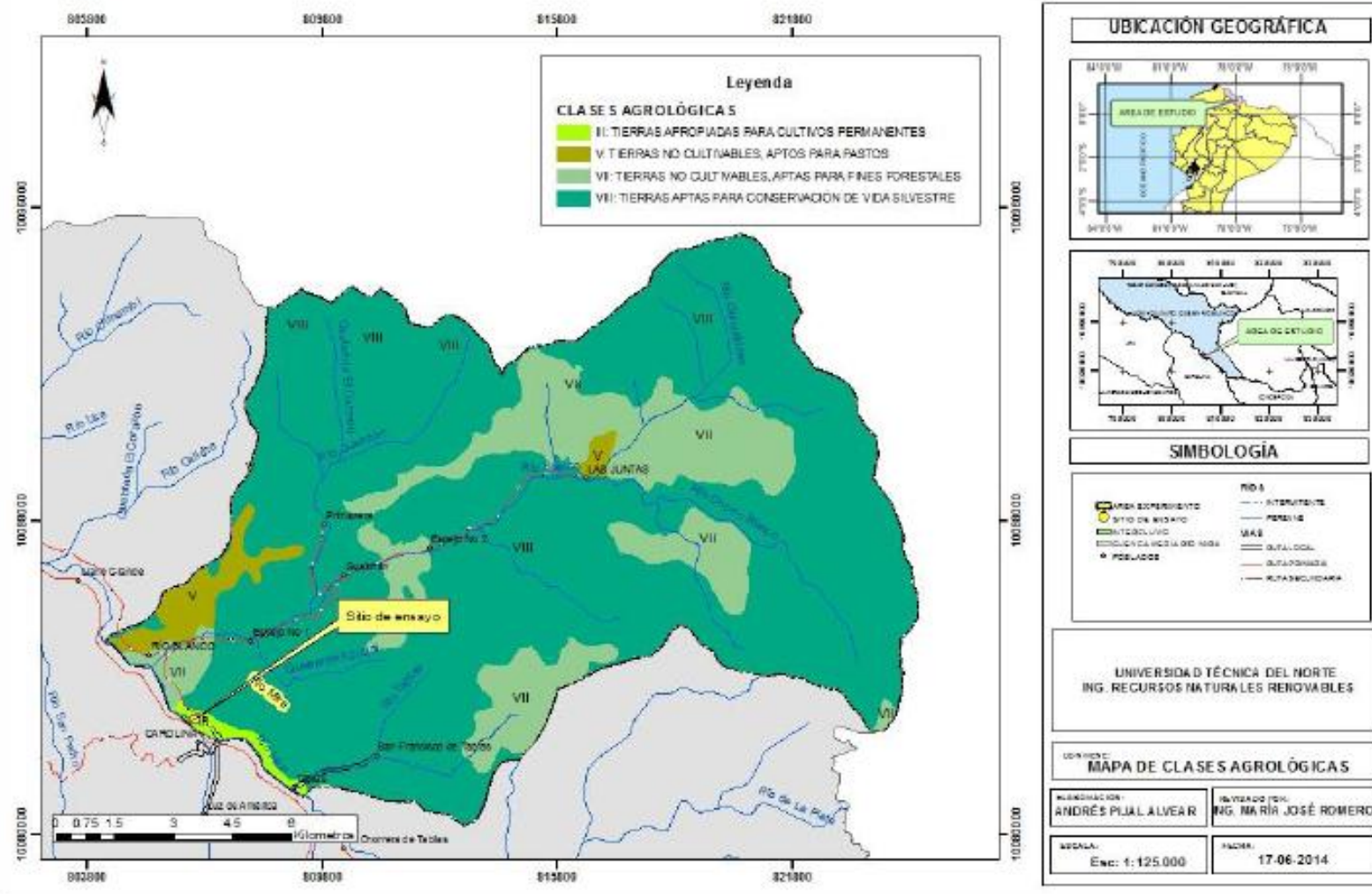
ELABORACIÓN: **ANDRÉS PIJAL ALVEAR** REVISADO POR: **ING. MARÍA JOSÉ ROMERO**

ESCALA: **Esc: 1:125.000** FECHA: **17-06-2014**



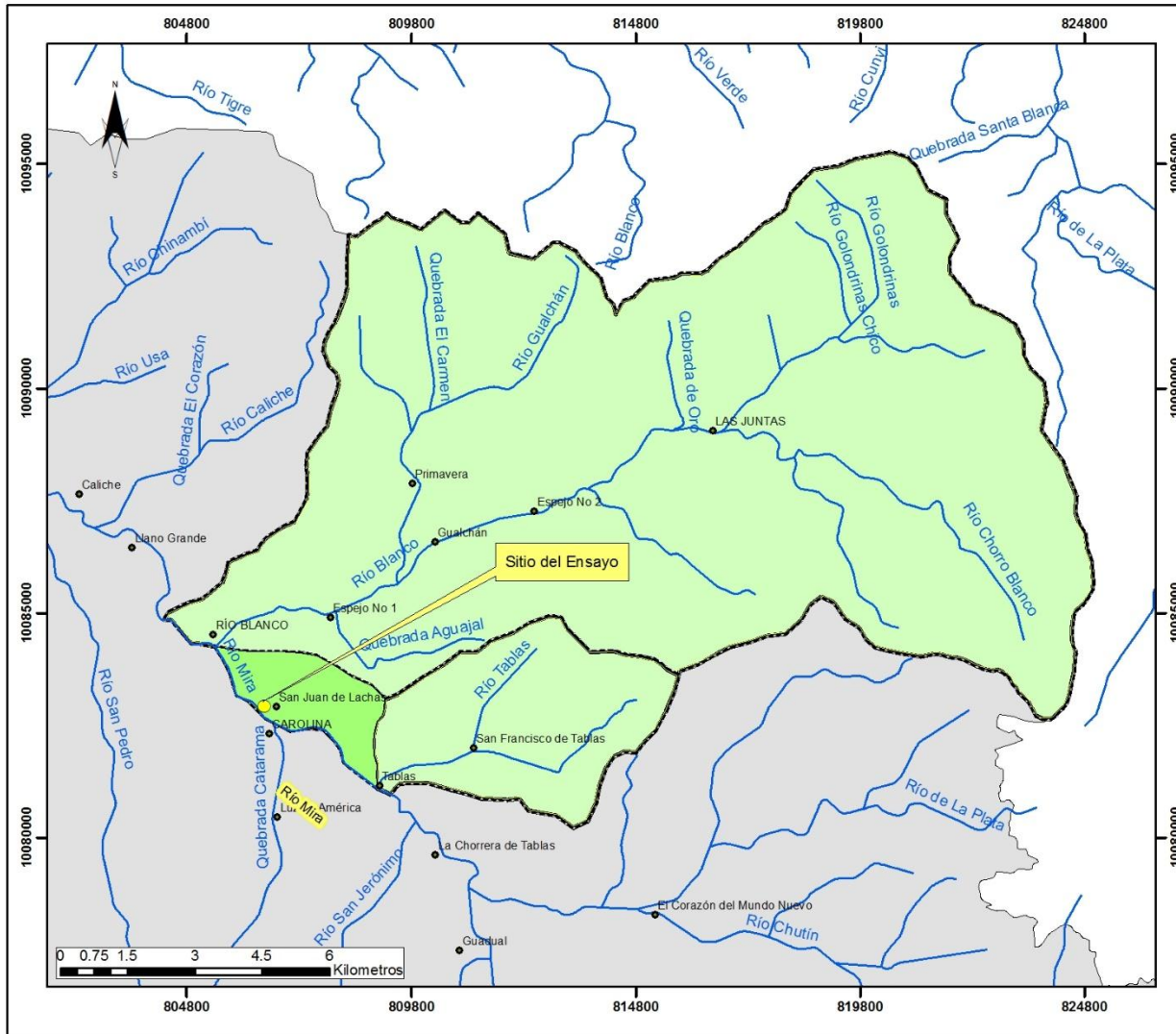


## EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA





# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

### SIMBOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> AREA EXPERIMENTO</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> INTERFLUVIO</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #D3D3D3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> CUENCA MEDIA RÍO MIRA</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></span> POBLADOS</li> </ul>	<h4 style="margin-top: 0;">RÍOS SIMPLES</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> PERENNE</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px dashed blue; margin-right: 5px;"></span> INTERMITENTE</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> SECO</li> </ul>
---	---

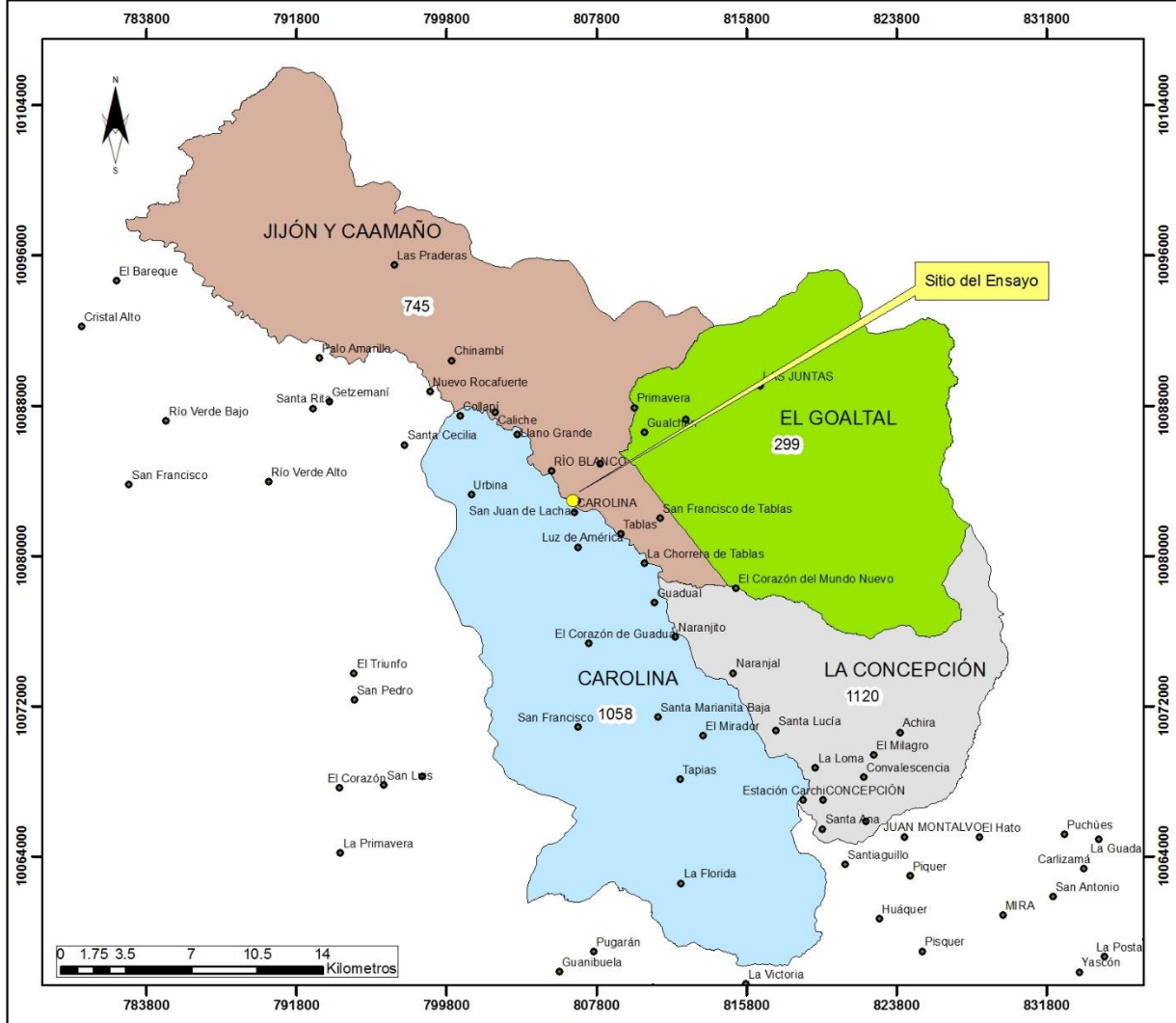
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
ING. RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CONTIENE: **MAPA HIDROLÓGICO**

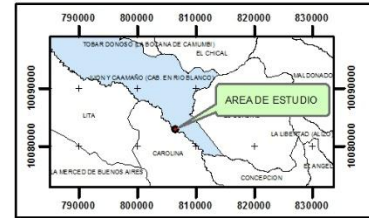
ELABORACIÓN: <b>ANDRÉS PIJAL ALVEAR</b>	REVISADO POR: <b>ING. MARÍA JOSÉ ROMERO</b>
ESCALA: <b>Esc: 1:125.000</b>	FECHA: <b>17-06-2014</b>



# EFFECTO DE ESTRUCTURAS CONSERVACIONISTAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA



## UBICACIÓN GEOGRÁFICA



## SIMBOLOGÍA

- POBLADOS
- PEA
- CAROLINA: 1058
- LA CONCEPCIÓN: 1120
- EL GOALTAL: 299
- JIJÓN Y CAAMAÑO: 745

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
ING. RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CONTIENE:  
**POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA**

ELABORACIÓN: <b>ANDRÉS PIJAL ALVEAR</b>	REVISADO POR: <b>ING. MARÍA JOSÉ ROMERO</b>
--	--

ESCALA: <b>Esc: 1:125.000</b>	FECHA: <b>17-06-2014</b>
----------------------------------	-----------------------------



## ANEXO 2. ANÁLISIS FÍSICOS - QUÍMICOS DEL SUELO

### ANÁLISIS 1. Caracterización del suelo

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPASTORILES</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : CARLOS RAMIRO ARCOS Dirección : MIRA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : UNIDAD EDU. EUGENIO ESPEJO Provincia : CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : JIJÓN Y CAAMAÑO Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 06/02/2014 Fecha de Ingreso : 11/02/2014 Fecha de Salida : 21/02/2014
---	--	--

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
96901	0-10 cm	6,68 PN	21,00 B	13,00 M	6,20 B	0,45 A	9,80 A	2,70 A	1,5 B	3,7 M	98,0 A	3,3 B	0,70 B
96902	10-20 cm	6,68 PN	4,20 B	17,00 M	4,80 B	0,35 M	10,70 A	3,60 A	1,9 B	4,5 A	126,0 A	3,2 B	0,60 B
96903	20-30 cm	6,65 PN	5,60 B	5,90 B	4,90 B	0,12 B	10,10 A	3,20 A	1,0 B	4,5 A	122,0 A	2,6 B	0,60 B
96904	30-40 cm	6,81 PN	13,00 B	3,20 B	4,00 B	0,18 B	11,30 A	3,90 A	0,7 B	4,4 A	99,0 A	2,8 B	0,50 B
96905	40-50 cm	7,00 N	1,40 B	3,40 B	5,20 B	0,31 M	14,80 A	5,80 A	0,7 B	4,3 A	62,0 A	2,8 B	0,30 B
96906	50-60 cm	7,23 PN	1,00 B	3,20 B	3,50 B	0,43 A	14,50 A	6,40 A	0,9 B	3,7 M	45,0 A	2,7 B	0,30 B
96907	0-20 cm ÁREA EN ESTU	8,83 AI	29,00 B	6,20 B	10,00 M	0,85 A	15,70 A	5,10 A	0,5 B	4,0 M	16,0 B	2,1 B	1,40 M

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	
Nombre :	CARLOS RAMIRO ARCOS
Dirección :	MIRA
Ciudad :	
Teléfono :	
Fax :	

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	UNIDAD EDU. EUGENIO ESPEJO
Provincia :	CARCHI
Cantón :	MIRA
Parroquia :	JIJÓN Y CAAMAÑO
Ubicación :	

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual :	
Fecha de Muestreo :	06/02/2014
Fecha de Ingreso :	11/02/2014
Fecha de Salida :	21/02/2014

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	
96901					2,30 B	3,63	6,00	27,78	12,95						
96902					2,80 B	2,97	10,29	40,86	14,65						
96903					2,40 B	3,16	26,67	110,83	13,42						
96904					2,00 B	2,90	21,67	84,44	15,38						
96905					1,60 B	2,55	18,71	66,45	20,91						
96906					1,00 B	2,27	14,88	48,60	21,33						
96907					1,60 B	3,08	6,00	24,47	21,65			47	38	15	<b>Franco</b>

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

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



*[Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO

*[Signature]*  
LABORATORISTA



## ANÁLISIS 2. pH MES 1

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : ANDRÉS SANTIAGO PIJAL ALVEAR Dirección : CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESP Provincia : CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : JIJON Y CAAMAÑO Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : FREJOL Fecha de Muestreo : 01/04/2014 Fecha de Ingreso : 02/04/2014 Fecha de Salida : 14/04/2014
--	--	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
97204	T1 R1	6,79 PN											
97205	T2 R1	6,73 PN											
97206	T1 R2	6,76 PN											
97207	T2 R2	6,64 PN											
97208	T1 R3	6,76 PN											
97209	T2 R3	6,67 PN											
97210	TS 1	6,63 PN											
97211	TS 2	6,64 PN											
97212	TS 3	6,68 PN											

INTERPRETACION				
pH		Elementos		
Ac	= Acido	N	= Neutro	
LAc	= Liger. Acido	LAI	= Lige. Alcalino	
PN	= Prac. Neutro	AI	= Alcalino	
	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

### ANÁLISIS 3. Materia Orgánica Mes 1

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : ANDRÉS SANTIAGO PIJAL ALVEAR Dirección : CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESP Provincia : CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : JIJON Y CAAMAÑO Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : FREJOL Fecha de Muestreo : 01/04/2014 Fecha de Ingreso : 02/04/2014 Fecha de Salida : 14/04/2014
--	--	---

N° Muest. Laborat.	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	
97204					2,50 B										
97205					2,60 B										
97206					2,30 B										
97207					2,60 B										
97208					2,00 B										
97209					2,20 B										
97210					2,80 B										
97211					2,60 B										
97212					2,40 B										

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. = Dieromato de Potasio
Al+H = Titulación NaOH

  
 RESPONSABLE LABORATORIO



  
 LABORATORISTA

## ANÁLISIS 4. pH Mes 2

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJO Dirección : EL CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJ Provincia : EL CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : JACINTO JIJÓN Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : FRÉJOL Fecha de Muestreo : 05/05/2014 Fecha de Ingreso : 06/05/2014 Fecha de Salida : 19/05/2014
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
97440	T1 R1	6,66 PN											
97441	T2 R1	6,71 PN											
97442	T1 R2	6,74 PN											
97443	T2 R2	6,62 PN											
97444	T1 R3	6,74 PN											
97445	T2 R3	6,79 PN											
97446	T5 1	6,65 PN											
97447	T5 2	6,62 PN											
97448	T5 3	6,66 PN											

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 = Obsen Modificado	
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Obsen Modificado	
	B = Curcumina	

  
 RESPONSABLE LABORATORIO



  
 LABORATORISTA

## ANÁLISIS 5. Materia Orgánica Mes 2

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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 : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJO Dirección : EL CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :	Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJO Provincia : EL CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : JACINTO JIJÓN Ubicación :	Cultivo Actual : FRÉJOL Fecha de Muestreo : 05/05/2014 Fecha de Ingreso : 06/05/2014 Fecha de Salida : 19/05/2014

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	
97440					2,70 B										
97441					2,70 B										
97442					2,90 B										
97443					2,50 B										
97444					2,40 B										
97445					2,60 B										
97446					2,70 B										
97447					2,90 B										
97448					3,00 M										

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

## ANÁLISIS 6. pH Mes 3

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : ANDRÉS PIJAL Dirección : MIRA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJ Provincia : EL CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : JACINTO JIJÓN Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : FRÉJOL Fecha de Muestreo : 02/06/2014 Fecha de Ingreso : 01/07/2014 Fecha de Salida : 02/07/2014
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
98116	T1 R1	6,59 PN											
98117	T2 R1	6,58 PN											
98118	T1 R2	6,55 PN											
98119	T2 R2	6,61 PN											
98120	T1 R3	6,62 PN											
98121	T2 R3	6,66 PN											
98122	T3 R1	6,59 PN											
98123	T3 R2	6,46LAc											
98124	T3 R3	6,68 PN											

INTERPRETACION				
pH		Elementos		
Ac	= Acido	N	= Neutro	
LAc	= Liger. Acido	LAI	= Lige. Alcalino	
PN	= Prac. Neutro	AI	= Alcalino	
	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



## ANÁLISIS 7. Materia Orgánica Mes 3

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : ANDRÉS PIJAL Dirección : MIRA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJ Provincia : EL CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : JACINTO JIJÓN Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : FRÉJOL Fecha de Muestreo : 02/06/2014 Fecha de Ingreso : 01/07/2014 Fecha de Salida : 02/07/2014
--	---	---

N° Muest. Laborat.	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	
98116					2,50 B										
98117					3,20 M										
98118					2,80 B										
98119					2,90 B										
98120					2,80 B										
98121					3,00 M										
98122					3,40 M										
98123					2,90 B										
98124					2,90 B										

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

## ANÁLISIS 8. pH Mes 4

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> 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;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJO Dirección : MIRA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : UEEE Provincia : CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : J. JUDÓN Y CAAMAÑO Ubicación :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> Cultivo Actual : FRÉJOL Fecha de Muestreo : 01/07/2014 Fecha de Ingreso : 02/07/2014 Fecha de Salida : 16/07/2014
---	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
98142	T1R1	6,29 LAc											
98143	T2R1	6,74 PN											
98144	T1R2	6,76 PN											
98145	T2R2	6,63 PN											
98146	T1R3	6,86 PN											
98147	T2R3	6,81 PN											
98148	T3R1	6,58 PN											
98149	T3R2	6,76 PN											
98150	T3R3	6,53 PN											

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ac	= Acido	N	= Neutro
LAc	= Ligr. Acido	LAI	= Ligr. Alcalino
PN	= Frac. Neutro	AI	= Alcalino
	RC	= Requiere Cal	
		B	= Bajo
		M	= Medio
		A	= Alto
		T	= Tóxico (Boro)

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

*Fabrizio Matute*  
 RESPONSABLE LABORATORIO

*[Firma]*  
 LABORATORISTA

## ANÁLISIS 9. Materia Orgánica Mes 4

 <p><b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p><b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> 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</p>	
---	--	---

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJO Dirección : MIRA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : UEEE Provincia : CARCHI Cantón : MIRA Parroquia : J. JIJÓN Y CAAMAÑO Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Cultivo Actual : FRÉJOL Fecha de Muestreo : 01/07/2014 Fecha de Ingreso : 02/07/2014 Fecha de Salida : 16/07/2014</p>
--	--	---

N° Muest. Laborat.	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	
98142					3,20 M										
98143					3,00 M										
98144					2,90 B										
98145					3,00 M										
98146					2,70 B										
98147					3,10 M										
98148					3,60 M										
98149					3,20 M										
98150					2,40 B										

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. = Dioxmato de Fosforo
Al+H = Titulación NaOH

*Fabrizio Mena*  
RESPONSABLE LABORATORIO

*[Firma]*  
LABORATORISTA



**ANEXO 3**

**Diseño1. Registro de Visitas en Campo**

VISITA N° .....

FECHA: .....

ACTIVIDADES:

.....

.....

.....

DESCRIPCION:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

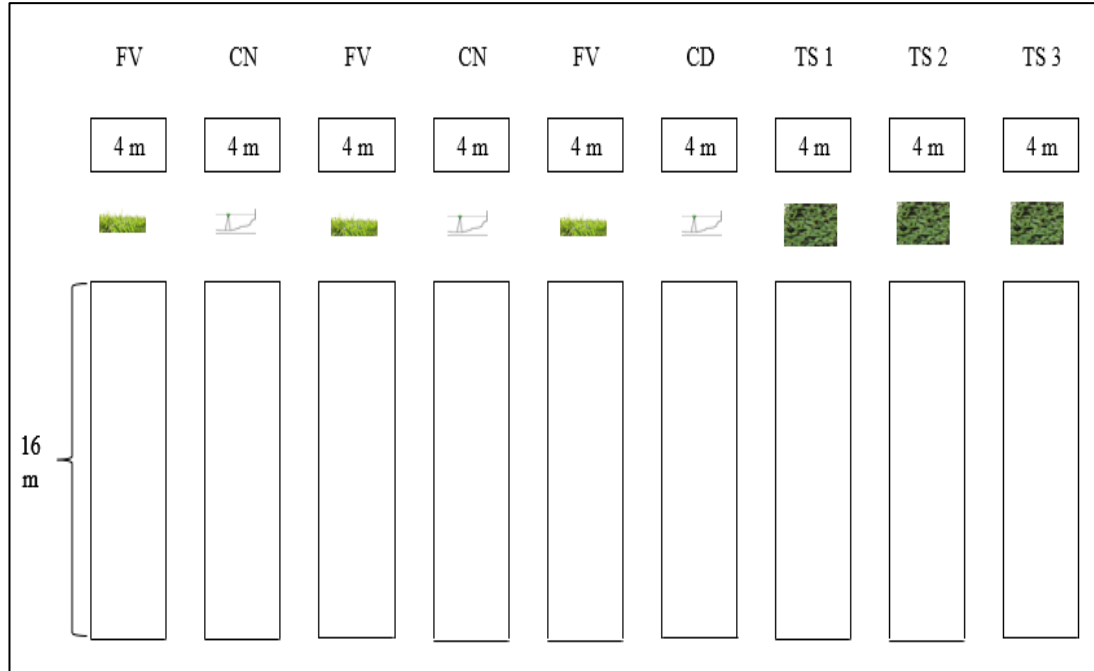
.....

MATERIALES EMPLEADOS:

.....

.....

## Diseño 2. Disposición del Ensayo en Campo



## Diseño 3. Registro de datos del Contenido de Agua

REGISTRO DE DATOS DEL CONTENIDO DE AGUA																	
FV		CN		FV		CN		FV		CN		TS		TS		TS	
T1R1		T2R1		T1R2		T2R2		T1R3		T2R3		T3R1		T3R2		T3R3	
20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm

## ANEXO 4. CONVENIO INSTITUCIONAL



### CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Y LA UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJO PARA LA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA

**COMPARECIENTES.-** Comparecen a la celebración del presente convenio de cooperación, la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**, representada legalmente por el doctor Miguel Naranjo Toro, en su calidad de Rector, que en adelante se la denominará "LA UTN", por una parte; y, por otra, la **UNIDAD EDUCATIVA EUGENIO ESPEJO**, representada por el Ing. Daniel Rosero, en su calidad de Rector, que en adelante se la denominará "LA UNIDAD EDUCATIVA", en forma libre y voluntaria, reconocen recíprocamente capacidad y legitimidad para celebrar el presente convenio, de conformidad con las siguientes cláusulas:

#### **PRIMERA.- ANTECEDENTES;**

1.1. La Universidad Técnica del Norte, creada mediante ley No. 43 promulgada en el Registro Oficial No. 482 de 18 de Julio de 1981, con domicilio en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior, su Estatuto Orgánico y los Reglamentos Universitarios; es una entidad de Educación Superior ACREDITADA de Derecho Público con plena autonomía para organizarse y cumplir sus altas finalidades de servicio al desarrollo regional, nacional y universal. Su misión es la formación de profesionales técnicos, críticos, creativos, capacitados, humanísticos y éticos, comprometidos con el cambio social y la preservación del medio ambiente, que aporten al desarrollo local, regional y del país, además de promover, generar y difundir el conocimiento en las áreas científica, tecnológica, social y cultural por medio de la investigación, recalcando, el fomento de la investigación científica que permita la generación del conocimiento científico y tecnológico con miras a solucionar los problemas y necesidades de la colectividad y aporte a la ciencia universal. Como parte del servicio social comunitario viene ejecutando actividades relacionadas con las funciones de docencia, investigación, gestión, y vinculación con la comunidad. Es una entidad Acreditada por el CEAACES que busca fortalecer sus relaciones con las organizaciones e instituciones que cumplan trabajos en beneficio de las juventudes;

1.2. La Unidad Educativa "Eugenio Espejo", fue creada según Decreto Supremo N° 104, del 16 de febrero de 1976. En el año 1981 se crea el diversificado en la especialidad de agronomía, en el año de 1995 se divide la agronomía en 5 ramas y el establecimiento adopta la especialidad de "Agroindustrias de los alimentos" por encuesta realizada a la población. Es una entidad pública de Educación Básica General Superior. Su misión es fundamentalmente satisfacer las necesidades del estudiante, de las comunidades de la cuenca baja del Río Mira, mediante la implementación de un modelo educativo, basado fundamentalmente a solventar las necesidades económicas, culturales, deportivas, mediante la aplicación de modelos educativos innovadores, que garantice la excelencia académica integral de los clientes. La búsqueda constante del desarrollo transformador sostenible y



sustentable de los estudiantes, padres de familia y la institución, tomando como eje fundamental, la solidaridad, la reflexión, la crítica, la honestidad y la justicia social que engrandezca la patria. La formación que tiene la Unidad Educativa Eugenio Espejo es el Bachillerato General Unificada con tendencia a fortalecer el área agropecuaria, por ser un centro de convergencia de 32 comunidades de los cantones Espejo y Mira.

**SEGUNDA.- OBJETIVO GENERAL.-** Desarrollar proyectos de investigación, conservación y recuperación de suelos degradados en la cuenca media del río Mira, con la participación de docentes y promotores vinculados a LA UTN en asocio con LA UNIDAD EDUCATIVA, en beneficio de su personal estudiantil y la comunidad.

**TERCERA.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a) Organizar y ejecutar programas y proyectos de impacto en la comunidad, local, regional y nacional;
- b) Incorporar a los estudiantes de LA UNIDAD EDUCATIVA<sup>®</sup>, en el desarrollo de la investigación, conservación y recuperación de suelos degradados en la cuenca media del río Mira.

**CUARTA.- COMPROMISOS**

**4.1. LA UTN**, en uso de sus atribuciones y en concordancia con sus capacidades se compromete a:

- Elaborar los diagnósticos respectivos para la implementación de proyectos de desarrollo científico y tecnológico;
- Garantizar la presencia de los docentes investigadores para trabajar en la conservación de suelos de la Cuenca Hidrográfica del Río Mira;
- Capacitar y asesorar a los docentes de la unidad educativa para el desarrollo de la investigación.

**4.2. LA UNIDAD EDUCATIVA**, en uso de sus atribuciones y en concordancia de sus capacidades se compromete a:

- Facilitar a LA UTN un lote de terreno de 2000 m<sup>2</sup> de superficie para el establecimiento del ensayo en su propiedad ubicado en los predios de LA UNIDAD EDUCATIVA, Cantón Mira, parroquia Jacinto Ijón y Caamaño, Sector San Juan de Lachas, de la Provincia del Carchi;
- Dotar de un técnico perteneciente a LA UNIDAD EDUCATIVA, que coordine los trabajos de investigación que se desarrollen en el marco de este convenio.

**QUINTA.- DURACIÓN Y PLAZO.-** Este Convenio Marco entrará en vigencia a partir de la fecha de su firma y tendrá una duración de dos años, de no haber voluntad



expresa de cualquiera de las partes para dar por terminado este convenio, se entenderá automáticamente renovado por un periodo adicional de dos años.

#### **SEXTA.- NATURALEZA DEL CONVENIO**

Todas las actividades de colaboración que se lleven a cabo como parte de este convenio deberán realizarse de acuerdo con las regulaciones y estipulaciones de cada una de las Instituciones Educativas. Además, las partes declaran que el presente convenio no tiene por finalidad establecer relaciones de dependencia laboral entre las Instituciones signatarias con docentes y estudiantes; es decir, LA UTN no asumirá, respecto de docentes y estudiantes de la unidad educativa, ninguna responsabilidad de naturaleza laboral; igualmente LA UNIDAD EDUCATIVA, tampoco asumirá, respecto de docentes y estudiantes de LA UTN, ninguna responsabilidad de naturaleza laboral por lo tanto, no son aplicables a este acuerdo las normas del Código del Trabajo y demás leyes laborales.

Asimismo, las partes estipulan que este convenio puede modificarse en cualquier momento siempre y cuando exista aceptación por escrito, para lo cual se suscribirán los respectivos acuerdos modificatorios.

#### **SÉPTIMA.- TERMINACIÓN DEL CONVENIO**

El presente convenio terminará por las siguientes Causas:

- a) Por incumplimiento de las obligaciones asumidas en el presente Convenio;
- b) Por acuerdo mutuo entre las partes;
- c) Por causas de fuerza mayor o caso fortuito; y,
- d) Por las demás causas establecidas en la ley.

**Terminación unilateral del presente Convenio.-** Cualquiera de las partes podrá dar por terminado en forma anticipada y unilateral el presente Convenio por causales plenamente justificadas, o por el incumplimiento de las cláusulas estipuladas. La decisión deberá ser debidamente motivada y se notificará a la contraparte con sesenta días de anticipación, renunciando las partes al derecho de reclamo ante los organismos competentes. En el caso de encontrarse alguna tarea pro-aplicación de un protocolo adicional, proyecto o convenio específico, se supondrá como fecha de conclusión del Convenio establecido en el mismo con la finalización de la tarea.

**OCTAVA.- NOTIFICACIONES.-** Todas las notificaciones, autorizaciones, aprobaciones u otra disposición o instrucción necesaria para la ejecución del presente Convenio, se la realizará por escrito mediante carta u otro medio general de utilización, a las siguientes direcciones:

- **Unidad Educativa Eugenio Espejo:**

Sector San Juan de Lachas, Parroquia Jacinto Jijón y Caamaño, Cantón Mira, Provincia del Carchi. Teléfonos (06) 3011926, (06) 3011927 y (06)3012042.



**- Universidad Técnica del Norte**

Dirección: Av.17 de Julio, Ciudadela Universitaria, Barrio El Olivo. Teléfono: Telefax (593-6) 2955833- 2959884. E-mail: utn@utn.edu.ec; Ibarra – Ecuador.

**NOVENA.- DOCUMENTOS HABILITANTES.-** Se agregan al presente convenio y forman parte del mismo, en calidad de documentos habilitantes, los siguientes:

- a) Copia certificada del nombramiento del Rector de la Unidad Educativa Eugenio Espejo, así como la copia de su cédula de ciudadanía y certificado de votación;
- b) Copia certificada del nombramiento del Rector de la Universidad Técnica del Norte, así como la copia de su cédula de ciudadanía y certificado de votación.

**DÉCIMA.- SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS.-** Cualquier controversia generada entre las Partes, en virtud del presente Convenio se analizará primero y se tratará de resolverlos por el diálogo amigable; de no encontrarse acuerdo, será sometida a conocimiento y resolución de los jueces competentes de la ciudad de Ibarra.

**UNDÉCIMA.- ACEPTACIÓN Y RATIFICACIÓN.-** Los comparecientes aceptan y se ratifican en el contenido íntegro del presente convenio, para constancia y de conformidad con lo estipulado, firman en unidad de acto, en tres (3) ejemplares de igual tenor, en Ibarra a los diecisiete días del mes de julio del dos mil catorce.

**POR LA UTN**

**POR LA UNIDAD EDUCATIVA**

  
Dr. Miguel Arango Toro  
RECTOR



  
Mag. Daniel Rosero  
RECTOR

## ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS



**Fotografía 1.** Disposición del Ensayo  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 2.** Equipo de Trabajo  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 3.** Caracterización de suelos Calicata  
**Fuente:** El Autor, 2014





**Fotografía 4.** Preparación del suelo  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 5.** Surcado del área  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 6.** Franjas Vivas  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 7.** Curva de Nivel y Camellón  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 8.** Cultivo, Labranza Mínima  
**Fuente:** El Autor, 2014





**Fotografía 9.** Registro Contenido de Agua  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 10.** Registro de pH y MO  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 11.** Retención Contenido de Agua  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Fotografía 12.** Limpieza de Camellones  
**Fuente:** El Autor, 2014



**Firma de Convenio Institucional**