

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E  
HIDROFÍSICOS DEL SUELO EN EL PROYECTO “ACUERDOS  
RECÍPROCOS POR AGUA” DE EMAPAL-EP**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

SILVIA KATALINA NARANJO CALLE

C.I. 0302235833

**DIRECTOR:**

ING. MARCO TULIO RAMÍREZ MATAMOROS MSc.

C.I. 0702774936

**CUENCA – ECUADOR**

**2017**



## RESUMEN

ARA nace de la necesidad de conservar la biodiversidad, restaurar el bosque nativo y beneficiar a los habitantes de las zonas altas. Para ello se busca el compromiso de los moradores para conservar los páramos, a cambio EMAPAL-EP les dota de plantas nativas para la reforestación, insumos agrícolas, asesoramiento técnico, etc. Previo a la dotación de insumos se realizó el muestreo de suelos para analizar déficits o excesos en los parámetros y en base a los requerimientos realizar la incorporación de fertilizantes.

Se realizaron nuevos muestreos de suelo para acorde a los resultados actuales y anteriores evaluar la variabilidad de parámetros, también se realizó análisis de suelos testigo.

Mediante análisis estadístico se determinó que el Ca, N y conductividad eléctrica tienen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), El N ha incrementado 88% en el análisis actual respecto al anterior.

El pH en los tres escenarios es muy ácido (0 – 5), Fe, K y materia orgánica son altos; el P, Cu, Mn y Mg están en rango óptimo o medio, Zn se encuentra en un rango bajo ( $< 4$  ppm). Además el suelo testigo a pesar de no haberse realizado asesoramiento técnico, mediante análisis estadístico se determinó que los valores de los diferentes parámetros son similares a los suelos intervenidos, esto se atribuye a la aplicación de gallinaza.

En base a estos resultados e investigación, se establece que se debe regular el pH, disminuir las concentraciones de fósforo, hierro y nitrógeno; ya que sus valores exceden a los rangos óptimos.

### **PALABRAS CLAVE:**

ARA, gallinaza, hidrofísico, significancia, páramo.



## **ABSTRACT**

ARA are born from the need to conserve biodiversity, restore native forest, and benefit the inhabitants of the highlands. To achieve this, communities of the river Tabacay microbasin commit themselves to preserving the paramo. In exchange, EMAPAL-EP provides them with native plants used for reforestation, as well as agricultural and technical assistance and advice. Before providing assistance aiming, soil sampling was performed to analyze parameters stemming from soil requirements that are essential for the use of fertilizers.

New soil samples were taken and the variability of parameters was evaluated. Additionally, testigo soils were analyzed. The statistical analysis showed that Ca, N and electrical conductivity have significant differences ( $p < 0.05$ ) compared with previous results; N has increased by 88% in the present analysis compared to the previous one.

The pH was found to be low (0-5; acidic) in three samples; Fe, K and organic matter were high; P, Cu, Mn and Mg were in the optimal or medium range and Zn was in a low range ( $< 4$  ppm).

Testigo soils were found to have similar values in all parameters although these soils were not previously addressed by technical assistance and/or advice. The results of the testigo soils were therefore attributed to the application of gallinaza.

Based on the results of the investigation, it was established that the pH must be regulated, phosphorus, iron and nitrogen must be reduced since their values exceed the optimum ranges.

### **KEY WORDS:**

ARA, gallinaza, hydrophysical, significance, paramo.



## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1	INTRODUCCIÓN .....	13
2	Objetivos .....	15
2.1	OBJETIVO GENERAL .....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
3	MARCO TEÓRICO.....	15
3.1	Origen de Acuerdos Recíprocos por el Agua .....	15
3.1.1	Acuerdos Recíprocos por Agua en la Microcuenca del Río Tabacay .....	16
3.2	Los Páramos Ecuatorianos .....	17
3.2.1	Importancia de la Conservación de los Páramos .....	17
3.2.2	Impacto de la Ganadería en el Páramo.....	18
3.3	Relación de la Agricultura con abastecimiento de agua .....	18
3.4	Importancia de los Análisis de Suelo.....	19
3.5	Propiedades del Suelo .....	19
3.5.1	Propiedades Químicas del Suelo .....	19
3.5.2	Propiedades Físicas del Suelo.....	24
3.5.3	Propiedades Hidrofísicas .....	25
4	Metodología .....	27
4.1	área de estudio .....	27
4.2	Delimitación de los predios .....	28
4.3	Ubicación de los puntos de muestreo mediante GPS.....	29
4.4	Análisis espacial y temporal de potreros. ....	31
4.5	Muestreo de Suelo .....	32
4.5.1	Materiales .....	32
4.5.2	Método de Muestreo .....	32
4.5.3	Esquema de Muestreo .....	33
4.6	Caracterización de Parámetros .....	34
4.6.1	Caracterización de Parámetros Químicos .....	34



4.6.2	Caracterización de Parámetros Físicos.....	35
4.6.3	Caracterización de Parámetros Hidrofísicos.....	35
4.7	Análisis estadístico.....	36
5	Resultados y Discusión.....	37
5.1	Resultados de las Entrevistas.....	37
5.1.1	Evaluación de la Pendiente del Suelo.....	39
5.1.2	Relación Número de Años que el Sitio está Cultivado con Pasto con pH y Nitrógeno del suelo.....	40
5.1.3	Relación Uso Anterior del Suelo con Materia Orgánica y Densidad Aparente.....	41
5.2	Caracterización de las variables.....	42
5.3	Análisis de Normalidad.....	43
5.3.1	Análisis de Variables Normales.....	44
5.3.2	Análisis de Variables No Normales.....	45
5.4	Análisis Gráfico con Diagramas de Caja.....	45
5.4.1	Análisis del Calcio.....	45
5.4.2	Análisis de la Conductividad Eléctrica.....	46
5.4.3	Análisis del Nitrógeno.....	47
5.4.4	Análisis del Parámetros no Significantes.....	48
6	Conclusiones.....	50
7	RECOMENDACIONES.....	51
8	Bibliografía.....	52
9	ANEXOS:.....	59



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Triángulo textural.....	25
<b>Figura 2.</b> Mapa de ubicación de los sectores de muestreo .....	28
<b>Figura 3:</b> GPS .....	29
<b>Figura 4:</b> Puntos de muestreo .....	31
<b>Figura 5:</b> Determinación de parámetros hidrofísicos.....	36
<b>Figura 6:</b> Diagrama de medias de pH.....	40
<b>Figura 7:</b> Relación entre pH y N .....	41
<b>Figura 8:</b> Materia Orgánica Según Uso Anterior del Suelo .....	42
<b>Figura 9:</b> Densidad Aparente Según Uso Anterior del Suelo .....	42
<b>Figura 10:</b> Diagrama de caja del calcio.....	46
<b>Figura 11:</b> Diagrama de caja de la conductividad eléctrica .....	47
<b>Figura 12:</b> Diagrama de caja del nitrógeno .....	47
<b>Figura 13:</b> Diagrama de caja del pH.....	59
<b>Figura 14:</b> Diagrama de caja del hierro.....	60
<b>Figura 15:</b> Diagrama de caja de la materia orgánica .....	60
<b>Figura 16:</b> Diagrama de caja del fósforo.....	61
<b>Figura 17:</b> Diagrama de caja del cobre.....	61
<b>Figura 18:</b> Diagrama de caja del manganeso .....	62
<b>Figura 19:</b> <i>Diagrama de caja del zinc</i> .....	62
<b>Figura 20:</b> Diagrama de caja del potasio .....	62
<b>Figura 21:</b> Diagrama de caja del magnesio .....	63
<b>Figura 22:</b> Diagrama de caja de la arcilla.....	63
<b>Figura 23:</b> Diagrama de caja de la arena.....	64
<b>Figura 24:</b> Diagrama de caja del limo .....	65
<b>Figura 25:</b> Diagrama de caja de la capacidad de campo .....	65
<b>Figura 26:</b> Diagrama de caja del punto de marchitez.....	66
<b>Figura 27:</b> Diagrama de caja de la conductividad hidráulica .....	66
<b>Figura 28:</b> Diagrama de caja del agua disponible.....	67
<b>Figura 29:</b> Diagrama de caja de la densidad aparente .....	67
<b>Figura 30:</b> Insumos agrícolas dotados por EMAPAL .....	69



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Rangos de Valorización del pH .....	20
<b>Tabla 2:</b> Rangos de Valorización para la Conductividad Eléctrica.....	21
<b>Tabla 3:</b> Rangos de valorización para macronutrientes .....	22
<b>Tabla 4:</b> Rangos de Valorización para micronutrientes .....	23
<b>Tabla 5:</b> Rangos de Conductividad Hidráulica .....	26
<b>Tabla 6:</b> Rangos de Valorización de Densidad Aparente .....	27
<b>Tabla 7:</b> Lista de afiliados a los ARA desde el año 2013 y 2014.....	29
<b>Tabla 8:</b> Coordenadas de los predios con intervención y sin intervención. ....	30
<b>Tabla 9:</b> Metodología para el análisis químico .....	35
<b>Tabla 10:</b> Metodología para el análisis físico .....	35
<b>Tabla 11:</b> Metodología para el análisis hidrofísico .....	36
<b>Tabla 12:</b> Medidas de tendencia central de los parámetros del suelo .....	42
<b>Tabla 13:</b> Resultados de la Prueba de Normalidad.....	43
<b>Tabla 14:</b> Análisis de Varianza (ANOVA).....	44
<b>Tabla 15:</b> Prueba de Kruskal - <i>Wallis</i> .....	45
<b>Tabla 16:</b> Valores de los resultados de análisis de suelo .....	59
<b>Tabla 17:</b> Resultados - Test ANOVA.....	68
<b>Tabla 18:</b> Resultados – Kruskal Wallis.....	68



Silvia Katalina Naranjo Calle, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la tesis "EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROFÍSICOS DEL SUELO EN EL PROYECTO ACUERDOS RECÍPROCOS POR AGUA DE EMAPAL - EP", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 13 de septiembre del 2017

Silvia Katalina Naranjo Calle

C.I: 0302235833





Universidad de Cuenca  
Cláusula de propiedad intelectual

---

Silvia Katalina Naranjo Calle, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDROFÍSICOS DEL SUELO EN EL PROYECTO "ACUERDOS RECÍPROCOS POR AGUA" DE EMAPAL-EP", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 13 de septiembre del 2017

Silvia Katalina Naranjo Calle

C.I: 0302235833



## LISTA DE ABREVIATURAS

Act	Análisis Actual
Ant	Análisis Anterior
AD	Agua Disponible
ARA	Acuerdos Recíprocos por Agua
Ca	Calcio
CC	Capacidad de Campo
CE	Conductividad Eléctrica
CH	Conductividad Hidráulica
Cod	Código
Cu	Cobre
DA	Densidad Aparente
DM	David Minchala
DV	David Vega
Fe	Hierro
FONAPA Fondo de Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Paute	
FV	Fidel Vega
K	Potasio
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
MO	Materia Orgánica
MT	Manuel Toalongo
MV	Mesías Vega
N	Nitrógeno
P	Fósforo
pH	Potencial de Hidrógeno
PM	Punto de Marchitez
PSA	Pago por Servicios Ambientales
S	Azufre
ST	Segundo Toalongo
Test	Testigo
Zn	Zinc



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la fortaleza y tenacidad para lograr mis objetivos y superar los obstáculos encontrados en el trayecto.

A mi director, Ing. Marco Ramírez por su valiosa guía y confianza depositada en mí para la realización y culminación de este trabajo, sobre todo por transmitirme todos sus conocimientos, mi eterna gratitud hacia su persona.

A la empresa La Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues “EMAPAL EP”, en especial al personal del departamento de Gestión Ambiental, a la Blga. María Isabel Quintuña por brindarme la apertura y recursos para el desarrollo del tema y al Ing. Xavier Martínez por sus enseñanzas y amistad.



## DEDICATORIA

A mi hijo, Kevin Daniel quién ha sido mi inspiración para superarme día a día y ser mejor persona, eres luz en la oscuridad y alegría en mis tristezas, sin duda lo más hermoso que tengo en mi vida.

A mi Madre por su apoyo incondicional para que pueda cumplir todos mis proyectos y sé que en todo momento estará a mi lado para darme sus sabios consejos

A Diego por su amor, comprensión y compartir conmigo mis metas y anhelos, gracias por todo y por tanto.

A mi abuelito, que a pesar del paso de los años de su partida aún lo extraño y espero que desde donde este me vea y se sienta orgulloso de mí.

A mis amigos que conocí durante el trayecto de mi vida universitaria y sobre todo a Noemí, Mónica, Diego y Xavier, ya que juntos entre risas y peleas nos apoyamos y logramos superarnos durante esta larga travesía, los considero mis hermanos.



## 1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional exige una mayor demanda de recursos, entre estos se encuentra el agua, elemento indispensable para la vida y desarrollo de actividades diarias, considerado que en la ciudad de Azogues su nacimiento es en los páramos y que es de vital importancia su conservación para asegurar la continuidad de este recurso, no obstante se debe considerar que los habitantes de las zonas altas se encuentran en la necesidad de deforestar bosques nativos para crear potreros para el ganado que constituye el sustento económico mediante la venta de leche y ganado. Al desbrozar el bosque nativo para el desarrollo de sus actividades, incide en la disminución de la cantidad de agua para abastecer a las personas de la ciudad (Robineau, Châtelet, Soulard, Michel-Dounias, & Posner, 2011).

La Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues "EMAPAL EP" es la entidad encargada de dotar el líquido para el desarrollo de las actividades diarias de la población de Azogues, para lograrlo cuenta con tres plantas de captación: Zhindilig, Uchupucum y Mahuarcay, sin embargo en épocas de estiaje el caudal que llega a las plantas es muy bajo, por lo que los operadores tienen que suspender la dotación de agua a los distintos sectores de la ciudad y a diferentes horarios, influyendo en el desarrollo de las actividades cotidianas de la población (Medina, 2008).

Para determinar las causas que originan la escasez de agua se realizaron visitas de campo en las cuales se identificó los distintos factores que ocasionan la disminución de caudal en las plantas de captación, entre los cuales se puede mencionar: avance de la frontera agrícola, reemplazo de vegetación nativa por pastos, actividad pecuaria incontrolada; estos factores producen la desertificación, erosión y pérdida de fertilidad del suelo, por ende cuando llueve el agua se pierde por escorrentía (Medina, 2008).

Con la finalidad de prevenir problemas de contaminación del agua por la ejecución de actividades agropecuarias en las zonas páramo, es necesario capacitar a los ganaderos y agricultores en el uso adecuado de fertilizantes y pesticidas.

El suelo tiene pH muy ácido con un valor mínimo de 4.4, se sostiene que la principal causa de la acidez de estos suelos se debe a la aplicación excesiva de materia orgánica (Gallinaza) y a la aplicación inadecuada de fertilizantes nitrogenados (Quintuña, 2011).

Por tal razón para evitar el déficit de agua en las épocas de estiaje y prevenir su contaminación, el Departamento Ambiental de EMAPAL EP a través del programa



“Manejo y Gestión de Fuentes Hídricas del cantón Azogues” implementó la iniciativa denominada “**Acuerdos Recíprocos por Agua**” (ARA), la misma que realiza contratos de mutuo acuerdo con los propietarios de los predios que se encuentran en la microcuenca del Tabacay y la empresa EMAPAL.EP, esto permite identificar, negociar y llevar a cabo acciones que beneficien a las dos partes.

De esta manera se busca mejorar la cantidad de agua para la población de la ciudad de Azogues, a través de la afiliación de los propietarios de los predios de las zonas altas para incentivar a la conservación de las zonas de páramo, favoreciendo a la conservación de las fuentes de agua y EMAPAL.EP se encarga de dotar plantas nativas para la reforestación, kit veterinario (desparasitación y vitaminas), bebedero para el ganado, asesoramiento técnico en manejo de suelos. (EMAPAL, 2010)

Los asesores técnicos tomaron muestras de suelo y enviaron al laboratorio del INIAP para realizar los análisis, en base a los resultados se determinó el tipo y cantidad de fertilizante necesario para la siembra de pasto rye grass perenne (*Lolium perenne*). Pues al mejorar la calidad y cantidad de producción de pasto e incorporar las cantidades adecuadas de fertilizantes, se previene la destrucción del páramo y contaminación del suelo por uso excesivo de fertilizantes. El contrato con los dueños de los predios tiene una duración de cinco años.

Se requiere nuevos análisis de suelo para evaluar los parámetros que incrementaron o descendieron comparándolos con los resultados de los análisis previos al contrato, logrando de esta manera demostrar la viabilidad del proyecto y para que los moradores que aún no se encuentran dentro del proyecto se afilien. Al igual que es necesario dar a conocer a las autoridades, dirigentes de EMAPAL EP que los fondos recaudados en el cobro de la planilla de agua para la protección de bosques y páramos según la ordenanza 171 (Charron, 2014) están siendo destinados de manera adecuada.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar los resultados de los principales parámetros físicos, químicos e hidrofísicos del suelo de los propietarios afiliados al proyecto “Acuerdo Recíprocos por el Agua” para determinar si las medidas correctivas han mejorado la calidad del suelo.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar un análisis temporal y espacial para agrupar los predios que presenten similares características para comparar los resultados.

Muestrear el suelo en los predios seleccionados y los que no han sido intervenidos para realizar los análisis de suelo.

Analizar los resultados de los parámetros del suelo actuales con los realizados en el pre-proyecto.

## **3 MARCO TEÓRICO**

### **3.1 ORIGEN DE ACUERDOS RECÍPROCOS POR EL AGUA**

Teniendo en cuenta que la satisfacción de las necesidades biológicas se basa en la disponibilidad de los recursos que proporciona la naturaleza y en la búsqueda de preservar los ecosistemas para garantizar la sostenibilidad de los servicios ambientales se promueven mecanismos que permitan la protección de estos bienes ambientales y que a la vez las personas que viven en las partes altas obtengan compensación por la conservación de los páramos.

Para lograr la conservación de los páramos desde la década de 1990 se incorporó el mecanismo de PSA que es un acuerdo de Pago por un Servicio Ambiental de manera voluntaria y quienes reciben los pagos realizan actividades verificables y cuantificables para asegurar la provisión de este servicio ambiental. A su vez surgieron fuentes de



financiamiento por parte de entidades u organizaciones privadas a los municipios para promover actividades de conservación a nivel de Cuenca (Greiber, 2010).

En el siglo 20 se creó un nuevo mecanismo conocido como “Acuerdos Recíprocos por el Agua” que se incorporó en todos los continentes del mundo, en 2011 se introdujo en América Latina, los países que cuentan con programas activos están: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y México. El mecanismo de compensación se vincula con campañas de marketing social, inversión social e iniciativas de concienciación ambiental (Bennet, Carrol, & Hamilton, 2013).

En 2008 la empresa de agua de Quito crea el primer fondo de agua a nivel mundial “FONAG”, inspirando a que otras empresas a nivel internacional y local crearan fondos similares, mediante los cuales un porcentaje de las ventas de agua potable y saneamiento se destinan a programas de conservación y recuperación de páramos (Aguirre, Coronel, Echavarría, & Zavala, 2015).

El 26 de septiembre de 2008 EMAPAL EP es miembro del Fideicomiso Fondo de Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Paute “FONAPA” cuyo propósito es promover la conservación, protección, preservación y recuperación de las fuentes hídricas y el entorno circundante de la cuenca del Río Paute; luego de una amplia campaña de concienciación ambiental e importancia de conservación de fuentes hídricas dirigida a autoridades y la ciudadanía el 22 de septiembre de 2014 se aprueba el registro oficial 171 expide la ordenanza para la “Conservación, Restauración y Recuperación de las Fuentes de Agua, Zonas de Recarga Hídrica, Ecosistemas Frágiles y Otras Áreas Prioritarias para la Protección de la Biodiversidad, los Servicios Ambientales y el Patrimonio Natural del Cantón Azogues”, en el cual se estipula que el 1% del aporte por el consumo de agua potable sea destinado a la compra, manejo, recuperación de vegetación, implementación de incentivos y ARA en áreas que requieran de protección especial, otro punto relevante establece que EMAPAL EP transferirá estos fondos mensualmente a FONAPA, de los cuales el 90% de los fondos son invertidos en proyectos y programas de protección de fuentes hídricas del cantón y el 10% es usado por FONAPA para pagar gastos de apoyo técnico, operación y gestión financiera (Charron, 2014).

### ***3.1.1 Acuerdos Recíprocos por Agua en la Microcuenca del Río Tabacay***

La microcuenca del río Tabacay pertenece a la cuenca del río Paute y a la subcuenca del río Burgay. Sus afluentes son las quebradas Llaucay, Nudpud, Córdoryacu,





Mapayacu, Rubís y Rosario, tiene una superficie de 66.5 Km<sup>2</sup> y pertenece al Cantón Azogues. Es de vital importancia su conservación, debido a que el agua potable que abastece a la ciudad de Azogues proviene de la parte alta de la microcuenca, mediante las captaciones que se encuentran en las quebradas Nudpud y Llaucay (Quintuña, 2011).

Para garantizar la conservación de servicios ambientales que proporciona la microcuenca se realizaron los ARA con las comunidades de la zona alta, los acuerdos iniciaron a partir del año 2013, con un total de 21 hasta el presente estudio. El departamento de Gestión Ambiental de EMPAL capacita a los ganaderos para que realicen sus labores de manera técnica, garantizando de esta manera mejora en la productividad de pasto para el ganado y evitar la deforestación del páramo para crear potreros.

El acuerdo especifica que en caso de incumplimiento por parte del beneficiario, tendrá que hacer la devolución en efectivo del 75% del valor total recibido, ya sea entregado en forma de bienes y/o servicio, más los respectivos intereses legales. Si el incumplimiento se debe a razones imputables o fenómenos naturales, el propietario quedará exento de pagar lo mencionado (Quintuña, 2013).

## **3.2 LOS PÁRAMOS ECUATORIANOS**

Es un ecosistema natural en el que prevalecen humedales, pajonales, bosquetes y arbustales; de clima frío y extremadamente frágil al cambio de uso de tierra, por lo que el uso permitido para actividades productivas es limitado, sin embargo la población que vive aguas abajo aprovecha de este ecosistema indirectamente mediante el servicio hidrológico que ofrece.

La exquisita biodiversidad a escala de ecosistemas que presentan los páramos en el territorio nacional es debido a tres factores principales: ubicación en la línea ecuatorial, la cordillera de los Andes y otras sierras menores. En el Ecuador la superficie que representa páramo es de aproximadamente 1.250.000 ha, que representa un 6% del territorio ecuatoriano, lo que le convierte en uno de los países con mayor proporción de páramos respecto a su extensión total (Mena & Hofstede, 2006).

### **3.2.1 Importancia de la Conservación de los Páramos**

Los páramos en Ecuador se encuentran entre 3000 – 4500 msnm, su valor ecológico se debe a la diversidad científica, genética, variedad de flora y fauna endémica. Su



importancia en la economía social radica en que es un regulador hídrico natural, lo cual lo convierte en abastecedor de agua para las ciudades y permite el desarrollo de actividades antrópicas. Sin embargo es un ecosistema frágil ante la presencia del hombre que mediante el desarrollo de actividades como agricultura, quema de bosques, tala y pastoreo han ocasionado la pérdida de extensiones de bosque, deterioro del suelo y por ende pérdida de su capacidad de regulación hídrica (Ortiz, A, González, D, & Suárez López, 2005).

### **3.2.2 Impacto de la Ganadería en el Páramo**

El impacto de las actividades ganaderas en el páramo depende de ciertos factores como: el tipo de animal, carga animal, manejo, tipo de pasto, Los efectos que tiene el pastoreo sobre el suelo puede ser: indirecto al ocasionar daño a la vegetación por el consumo del ganado, que suele ocasionar la pérdida de cobertura vegetal; efecto directo, compactación del suelo por el pisoteo. La compactación es causada por el peso de los animales ya que el suelo de los páramos tiene un elevado contenido de materia orgánica ocasiona que el suelo sea suave y suelto lo cual facilita su compactación. Si el suelo está muy compacto, hay menos espacio para agua y pérdida de capacidad de infiltración; ocasionando impacto en la hidrología, por ende en zonas donde exista sobrepastoreo hay menor retención de agua y en lluvia abundante existe mayor posibilidad de que haya erosión y escorrentía superficial (Hofstede, 2004).

### **3.3 RELACIÓN DE LA AGRICULTURA CON ABASTECIMIENTO DE AGUA**

A nivel nacional gran parte de la superficie se encuentra destinada a pastos cultivados, con un porcentaje de 29,85% y a nivel regional en la sierra el 22,75% se dedica a pastos naturales y el 22,56% a pastos cultivados, lo cual es un indicador que es predominante la actividad ganadera en esta región (INEC, 2013).

Acorde a estos porcentajes y estudios realizados en la microcuenca del Tabacay, el desbroce de bosque nativo en las partes altas se realiza para cultivar pastos que sirven de alimento para el ganado, ya que la actividad ganadera es la principal fuente de ingresos de los habitantes de la zona alta. Al sustituir la vegetación natural por potreros, ocasiona disminución de retención de agua y pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua en el páramo, por ende en épocas de estiaje el agua es escaza y en época de lluvia se pierde por escorrentía (Quintuña, 2011).



### **3.4 IMPORTANCIA DE LOS ANÁLISIS DE SUELO**

Previo a la siembra de pastos es necesario realizar la fertilización del suelo, pero antes es importante conocer las carencias o excesos de nutrientes y acidez que tenga el suelo; para identificar el estado actual en el que se encuentra el terreno a ser sembrado es necesario realizar el muestreo para posteriormente enviar la muestra al laboratorio para su análisis, en base a los resultados es posible identificar las proporciones adecuadas y tipo de fertilizante que necesita el suelo previo a la siembra. En caso de pastos ya establecidos y en los cuales no se ha realizado un manejo adecuado, de igual manera se requiere un análisis de suelo para diseñar y establecer un programa de fertilización (Cárdenas & Garzón, 2011).

### **3.5 PROPIEDADES DEL SUELO**

#### ***3.5.1 Propiedades Químicas del Suelo***

Las propiedades químicas del suelo es una ciencia que realiza el estudio de las propiedades, composición y reacciones químicas. Se enfoca en resolver problemas que se relacionan con la dinámica de la fertilidad del suelo y de los nutrientes vegetales. La química se da por la interacción entre los diferentes componentes químicos, que ocurre entre las partículas del suelo y en la solución de este o por el agua retenida.

El suelo es una entidad química que contiene más de 100 elementos químicos como: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), oxígeno (O), silicio (Si) aluminio (Al), Niquel (Ni), entre otros (Osman, 2013).

##### **3.5.1.1 pH**

La determinación de pH permite conocer si el suelo es ácido, alcalino y neutro, con lo cual se establece el funcionamiento de la utilización y solubilidad de los nutrientes del suelo. El pH suelo es un factor importante debido a que controla la disponibilidad de nutrientes, procesos microbianos y crecimiento de las plantas. Los suelos excesivamente ácidos elementos como el aluminio, hierro y manganeso son muy solubles pudiendo llegar a alcanzar niveles tóxicos, de igual manera influyen en la



solubilidad de los componentes químicos por ejemplo en un suelo muy ácido los fosfatos son insolubles y afecta la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio (Spargo, Allen, & Kariuki, 2013). En la *Tabla 1* se representa la categorización para los distintos valores de pH.

**Tabla 1:** Rangos de Valorización del pH

Rango	Valorización
0,0 a 5,0	muy ácido
5,0 a 5,5	ácido
5,5 a 6,0	medianamente ácido
6,0 a 6,5	ligeramente ácido
7	neutro
6,5 a 7,5	prácticamente neutro
7,5 a 8,0	ligeramente alcalino
8,0 a 8,5:	medianamente alcalino
8,5	alcalino

**FUENTE: (INIAP, 2017)**

Elaboración: Silvia Naranjo

### 3.5.1.2 Materia Orgánica

La materia orgánica se encuentra compuesta por materiales que tienen carbono como resto de animales y plantas en estado de descomposición. La cantidad está controlada por factores como: textura del suelo y drenaje, ya que en suelos con textura gruesa y bien drenados tienden a tener niveles bajos de materia orgánica debido a que la descomposición por bacterias es más rápida por estas condiciones.

Tiene influencia directa en la capacidad de retención de agua ya que suelos con cantidades óptimas de materia orgánica puede absorber grandes cantidades de agua creando más espacio para almacenar agua en los poros del suelo, la materia orgánica proporciona nutrientes para la mineralización de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y azufre (Spargo, Allen, & Kariuki, 2013).

Los niveles de materia orgánica en el Centro de Experimentación de la INIAP se consideran en unidad de porcentaje siendo así en un valor de bajo menor al 3%, medio de 3-5% y alto mayor a 5%.



### 3.5.1.3 Conductividad eléctrica

Permite establecer el contenido de sales solubles presentes en el suelo, las cuales en altas concentraciones tienen efectos negativos en el cultivo como: disminución de potencial de agua en el suelo y toxicidad ya que indica la presencia de iones como cloro, sodio o boro. Mediante los resultados se puede determinar la posibilidad de uso del suelo para la agricultura y riego (Castellanos, 2013). En la *Tabla 2* se representa los distintos rangos de valorización que utiliza el INIAP para la conductividad eléctrica en la región de la sierra ecuatoriana.

**Tabla 2:** Rangos de Valorización para la Conductividad Eléctrica

Valorización	Rango (dS/m)
No salino	Menor a 2
LIG salino	2 – 4
Salino	4.1 – 5
Muy salino	Mayor a 5

FUENTE: (INIAP, 2017)

Elaboración: Silvia Naranjo

### 3.5.1.4 Macronutrientes

Se requiere en cantidades grandes y en caso de deficiencia de algún macronutriente se requiere aplicar grandes proporciones del nutriente faltante (FAO, 2002).

#### 3.5.1.4.1 Nitrógeno

Interviene de manera directa en el crecimiento de la planta y componente esencial en la formación de clorofila, en caso de deficiencia de nitrógeno las hojas de la planta se tornan de color amarillento y raíces subdesarrolladas (Bell, 2016). El exceso de este nutriente ocasiona la contaminación de fuentes hídricas, incide en el crecimiento excesivo de algas y por ende disminución de disponibilidad de oxígeno para organismos acuáticos (US EPA, 2013)

#### 3.5.1.4.2 Fósforo

Permite identificar la carencia o toxicidad de la planta a nivel foliar, su deficiencia contribuye a problemas de crecimiento vegetativo, raíces débiles, semillas y frutos de mala calidad. Niveles excesivos de fósforo tiene impacto negativo en la calidad de agua de ríos, lagos y arroyos. Los análisis de suelo permiten evaluar la cantidad



requerida de fósforo para la planta durante su etapa de crecimiento (Spargo et al., 2013).

#### 3.5.1.4.3 Potasio

Elemento requerido en altas concentraciones por las plantas, si tienen deficiencia de potasio no pueden utilizar el agua y nitrógeno de manera eficiente y son más vulnerables a enfermedades (Spargo et al., 2013).

#### 3.5.1.4.4 Calcio

Es importante para el correcto funcionamiento de las paredes celulares y membranas de la planta, es componente que permite el crecimiento de la planta sobre todo de las raíces. En concentraciones normales estimula el crecimiento temprano de la raíz, proporciona fuerza a la planta, mejor producción de semillas, dureza del tallo, disminuye la acidez del suelo y fortalece a los microorganismos del suelo (Spargo et al., 2013).

#### 3.5.1.4.5 Magnesio

El magnesio es portador de fósforo en la planta, con ello mejoran su metabolismo, también forma parte de la clorofila (sustancia esencial en la fotosíntesis), su deficiencia se evidencia en el color amarillento de las hojas de las plantas (Spargo et al., 2013).

En la *Tabla 3* se expresa los rangos de consideración de nivel bajo, medio y alto para macronutrientes en la región de la sierra ecuatoriana según estudios realizados por el Centro de Experimentación del Austro de la INIAP.

**Tabla 3:** Rangos de valorización para macronutrientes

Nutriente	Unidad	Bajo	Medio	Alto
N	Ppm	< 20	20 - 40	> 40
P	Ppm	< 10	10 - 20	> 20
K	(meq/100ml)	< 0,2	0,2 - 0,4	> 0,4
Ca	(meq/100ml)	< 4	4 - 8	> 8
Mg	(meq/100ml)	< 1	1 - 3	>3

**FUENTE: (INIAP, 2017)**

Elaboración: Silvia Naranjo



### 3.5.1.5 Micronutrientes

Según Arenas, 2011 son elementos esenciales para las plantas que se requieren en pequeñas cantidades, su deficiencia se presenta generalmente en suelos de textura arenosa con bajo contenido en materia orgánica.

#### 3.5.1.5.1 Zinc

Favorece en la formación de la hormona auxina que es encargada del crecimiento de la planta sobre todo de tallo y raíces (Arenas, 2011).

#### 3.5.1.5.2 Cobre

Influye en la eficaz asimilación de nutrientes de la planta y del proceso de formación de clorofila (Arenas, 2011).

#### 3.5.1.5.3 Hierro

Es el principal componente de la clorofila, interviene en el proceso de respiración de la planta y ayuda a que las plantas absorban los nutrientes que necesitan del suelo (Arenas, 2011).

#### 3.5.1.5.4 Manganeso

Su función principal es producir oxígeno en el proceso de la fotosíntesis. Si existe deficiencia de este nutriente en casos drásticos se caen las hojas y no se forman las flores en las plantas (Barrera, Cruz, & Melgarejo, 2012).

En la *Tabla 4* se expresa los rangos de consideración de nivel abajo, alto y medio para macronutrientes en la región de la sierra ecuatoriana según el Centro de Experimentación del Austro de la INIAP.

**Tabla 4:** Rangos de Valorización para micronutrientes

Nutriente	Unidad	Bajo	Medio	Alto
Cu	Ppm	< 1	1 - 10	> 10
Fe	Ppm	< 20	20 - 40	> 40
Mn	Ppm	< 5	5 - 10	> 10
Zn	Ppm	< 4	4 - 8	> 8

**FUENTE: (INIAP, 2017)**

Elaboración: Silvia Naranjo



### **3.5.2 Propiedades Físicas del Suelo**

Las propiedades físicas del suelo inciden en el crecimiento de las plantas. Se relaciona con la capacidad de penetración de la raíz, aireación, soporte, drenaje y nutrientes de la planta. Las propiedades físicas dependen de la cantidad, forma, tamaño, disposición y composición mineral de las partículas del suelo. Por ello es necesario conocer las condiciones físicas del suelo para entender su influencia en el crecimiento de las plantas y cómo las actividades antropogénicas las modifica.

Las propiedades físicas incluyen: textura del suelo, densidad y porosidad del suelo, estructura del suelo, consistencia del suelo, color del suelo, propiedades térmicas y clima del suelo (Phogat, Tomar, & Dahiya, 2015).

#### **3.5.2.1 Textura**

Es la fracción inorgánica del suelo en base a su composición granulométrica. La textura permite identificar el tamaño de las partículas del suelo ya que estas tienen relación con la porosidad del suelo; es decir en suelos con partículas de mayor tamaño existe mayor porosidad, al contrario que si se encuentran partículas de menor tamaño los poros son más pequeños, lo cual influye en la capacidad de absorción de agua del suelo. De manera universal la textura se clasifica en: arcilla, limo y arena (Jordán, 2006).

##### **3.5.2.1.1 Arcilla**

Es la fracción más pequeña del suelo, está compuesta por minerales meteorizados, tiene un tamaño menor a 2  $\mu\text{m}$ , con alta capacidad de formar agregados.

##### **3.5.2.1.2 Limo**

Compuesto por partículas de tamaño medio-fino similar al talco, su tamaño varía de 0,02 mm a 0,002 mm, no tiene capacidad para formar agregados y no tiene capacidad de contraerse ni expandirse.

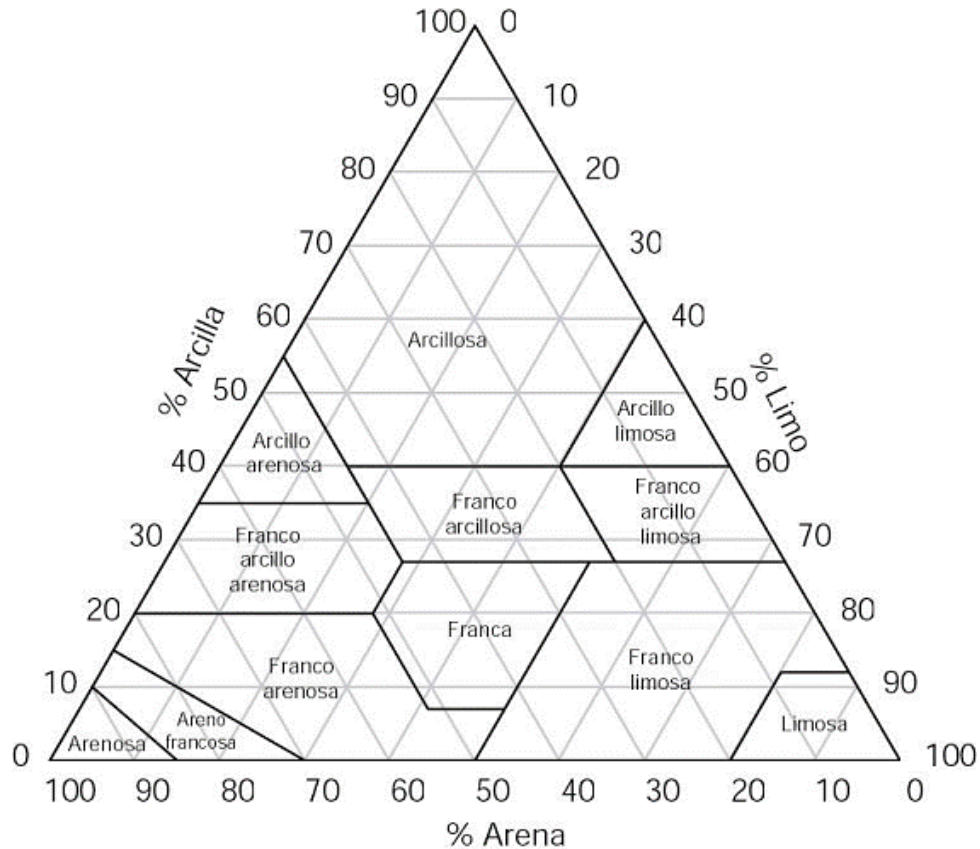
##### **3.5.2.1.3 Arena**

Compuesta por material más o menos meteorizado, su tamaño varía de 2mm a 0,02 mm, no posee capacidad de formar agregados, debido al gran tamaño de sus poros se encuentran minerales como el cuarzo, feldespato y micas.



El método utilizado por la INIAP en la Estación Experimental del Austro para determinar la textura es el método de Bouyoucos. Los datos obtenidos son ingresados en el programa SOIL WATER, el cual indica automáticamente la clase textural.

Mediante el triángulo textural representado en la *Figura 1* se puede ubicar la clase textural del suelo en base a los porcentajes de las fracciones granulométricas aportados por los análisis de textura.



**Figura 1:** Triángulo textural

**Fuente:** (Gabriels & L, 2011)

### 3.5.3 Propiedades Hidrofísicas

Las propiedades hidrofísicas de los suelos se relacionan con la retención de agua, la conductividad hidráulica, capacidad de campo, densidad aparente, punto de marchitez y agua disponible constituyen el balance hídrico que permiten determinar las condiciones óptimas para el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas. Pero sobre todo permite evaluar la disponibilidad de agua para el sistema radicular de la planta y la transferencia de agua con compuestos químicos disueltos en capas profundas (Bieganowski, Witkowska, & Sokolowska, 2013).



### 3.5.3.1 Capacidad de Campo

Es la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener luego de 2 o 3 días de libre drenaje y de haber sido mojado por lluvia o riego intenso (Vanderlinden & Giráldez, 2011).

### 3.5.3.2 Punto de Marchitez

Es la cantidad máxima de agua que las raíces no pueden absorber, si la cantidad de agua es igual o menor al punto de marchitez las plantas mueren ya que no disponen de este líquido (Vanderlinden & Giráldez, 2011).

### 3.5.3.3 Agua Disponible

Es la diferencia de contenido de Agua entre la Capacidad de Campo y Punto de Marchitez. Es el agua que las plantas pueden utilizar para el crecimiento radical y que se pierde ya sea por evaporación o por el consumo de las plantas (Vanderlinden & Giráldez, 2011).

### 3.5.3.4 Conductividad Hidráulica

Influye en la actividad biológica y génesis del suelo. Para la evaluación de la conductividad hidráulica se basa en la velocidad de infiltración de agua del suelo en un periodo de tiempo. Es decir, en suelos muy secos la velocidad de infiltración del agua es muy rápida y esta velocidad de infiltración tiende a disminuir cuando el suelo está cerca al punto de saturación (Jordán, 2006). En la *Tabla 5* se presentan siete clases de conductividad eléctrica planteadas por la U.S Soil Conservation Service.

**Tabla 5:** Rangos  
Hidráulica

de Conductividad

Clase	Conductividad Hidráulica (cm/h)
Muy lenta	< 0.1
Lenta	0.1 – 0.5
Moderadamente lenta	0.5 – 2
Moderada	2.0 – 6.0
Moderadamente rápida	6.0 – 12.0
Rápida	12.0 – 18.0
Muy rápida	> 18

FUENTE: (Barbecho & Calle, 2012)



### 3.5.3.5 Densidad Aparente

Es la relación entre la masa (secada al horno) de las partículas del suelo y el volumen total, su valor permite estimar la masa de capa arable y el grado de compactación del suelo. Un suelo que presenta bajos valores de densidad aparente es un indicativo que son suelos bien aireados, porosos con óptimo drenaje y permite el buen desarrollo de las raíces y por ende de las plantas, valores altos es un indicador que la velocidad de infiltración del agua es lenta y el suelo es poco poroso o compacto (Lanchimba, 2012). En la *Tabla 6* se presenta los rangos de valorización para la densidad aparente.

**Tabla 6:** Rangos de Valorización de Densidad Aparente

Valorización	Rango (gr/cm <sup>3</sup> )
Muy bajo	< 1.2
Media	1.2 – 1.45
Alto	1.46 – 1.60
Muy alto	> 1.60

FUENTE: (Lanchimba, 2012)

Elaboración: Silvia Naranjo

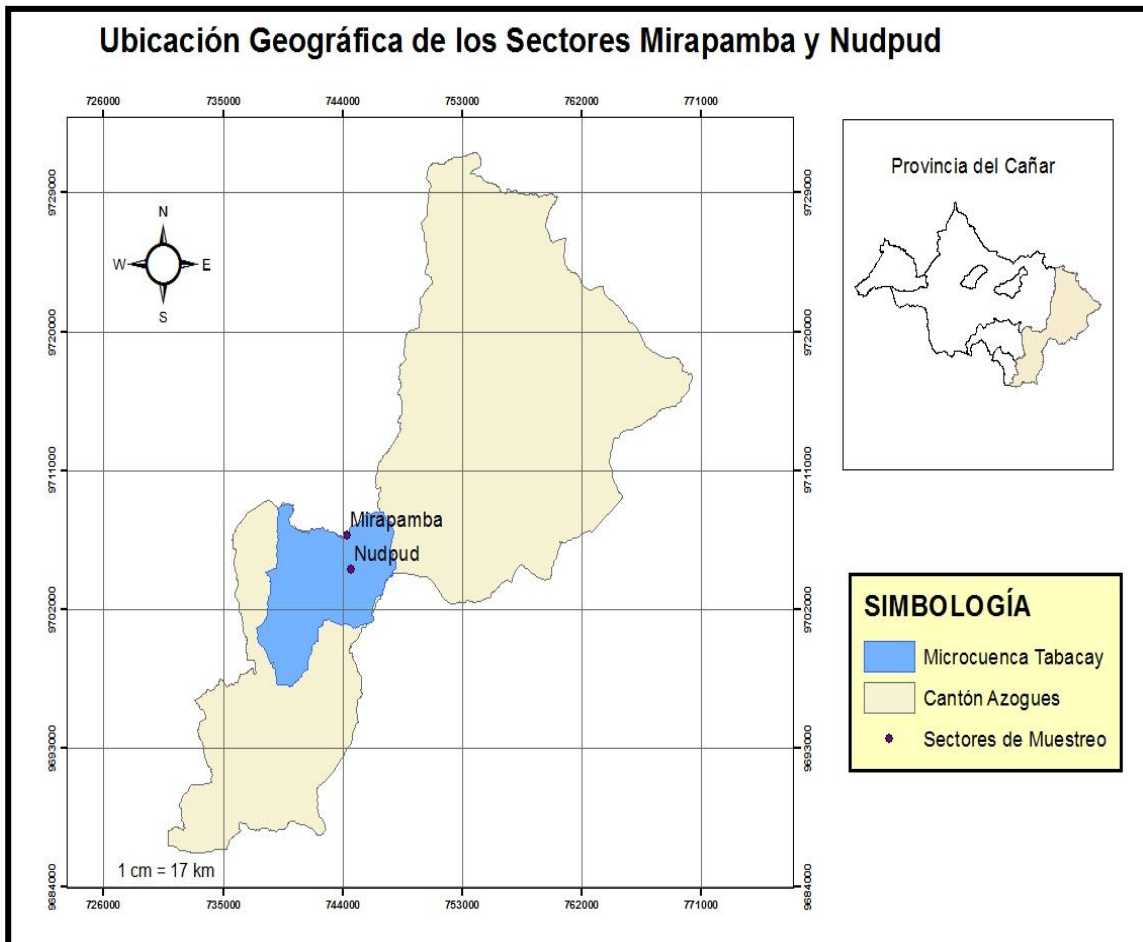
## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en los sectores Mirapamba y Nudpud, pertenecientes a las dos parroquias Guapán y Bayas respectivamente, en la microcuenca del río Tabacay (*Figura 2*). Los sectores pertenecen al área de intervención por EMAPAL EP para la protección y recuperación de fuentes hídricas mediante la capacitación y manejo adecuado de pastos.

El sector Mirapamba se encuentra a 40 minutos del centro de Azogues, en las coordenadas x: 743856 y: 9707189.

Nudpud se encuentra a 30 minutos del centro de Azogues en las coordenadas x: 744619 y: 9704544, Datum WGS84.



**Figura 2.** Mapa de ubicación de los sectores de muestreo

**FUENTE:** EMAPAL, 2016

Elaboración: Silvia Naranjo

## 4.2 DELIMITACIÓN DE LOS PREDIOS

Para delimitar el número de predios a realizar el muestreo, se identificó a los propietarios que están ubicados dentro de la Microcuenca del Río Tabacay y cumplan con los siguientes requisitos.

1. Firma del Convenio ARA en el año 2013 y 2014.



2. Disponibilidad de resultados de análisis de suelo, para compararlos con los análisis actuales.
3. Miembros activos del proyecto.

Los propietarios que cumplen con estos requisitos se detallan en la *Tabla 7*. En el análisis del presente estudio no se consideraron los propietarios que firmaron el convenio en los años 2013, 2015 y 2016 ya que no cumplen los requisitos antes mencionados.

**Tabla 7:** Lista de afiliados a los ARA desde el año 2013 y 2014

Propietario	Parroquia	Sector	Fecha de afiliación (d/m/a)
Manuel Toalongo Sucuzhañay	Bayas	Nudpud	07 – 04 – 2014
Segundo Manuel Liberato Tacuri	Guapán	Mirapamba	01 – 08 – 2014
Segundo David Minchala Lucero	Guapán	Mirapamba	28 – 10 – 2014
José Fidel Vega López	Guapán	Mirapamba	10 – 11 – 2014
Víctor David Vega López	Guapán	Mirapamba	28 – 11 – 2014
Manuel Mesías Vega Vega	Guapán	Mirapamba	28 – 11 – 2014

**FUENTE: EMAPAL.EP - DEPARTAMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL, 2016**

Elaboración: Silvia Naranjo

#### 4.3 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO MEDIANTE GPS

Para geo referenciar los sitios de muestreo se utilizó un GPSmap 62 s de la marca GARMIN. En formato UTM y WGS84 (*Ver figura 3*).



**Figura 3:** GPS



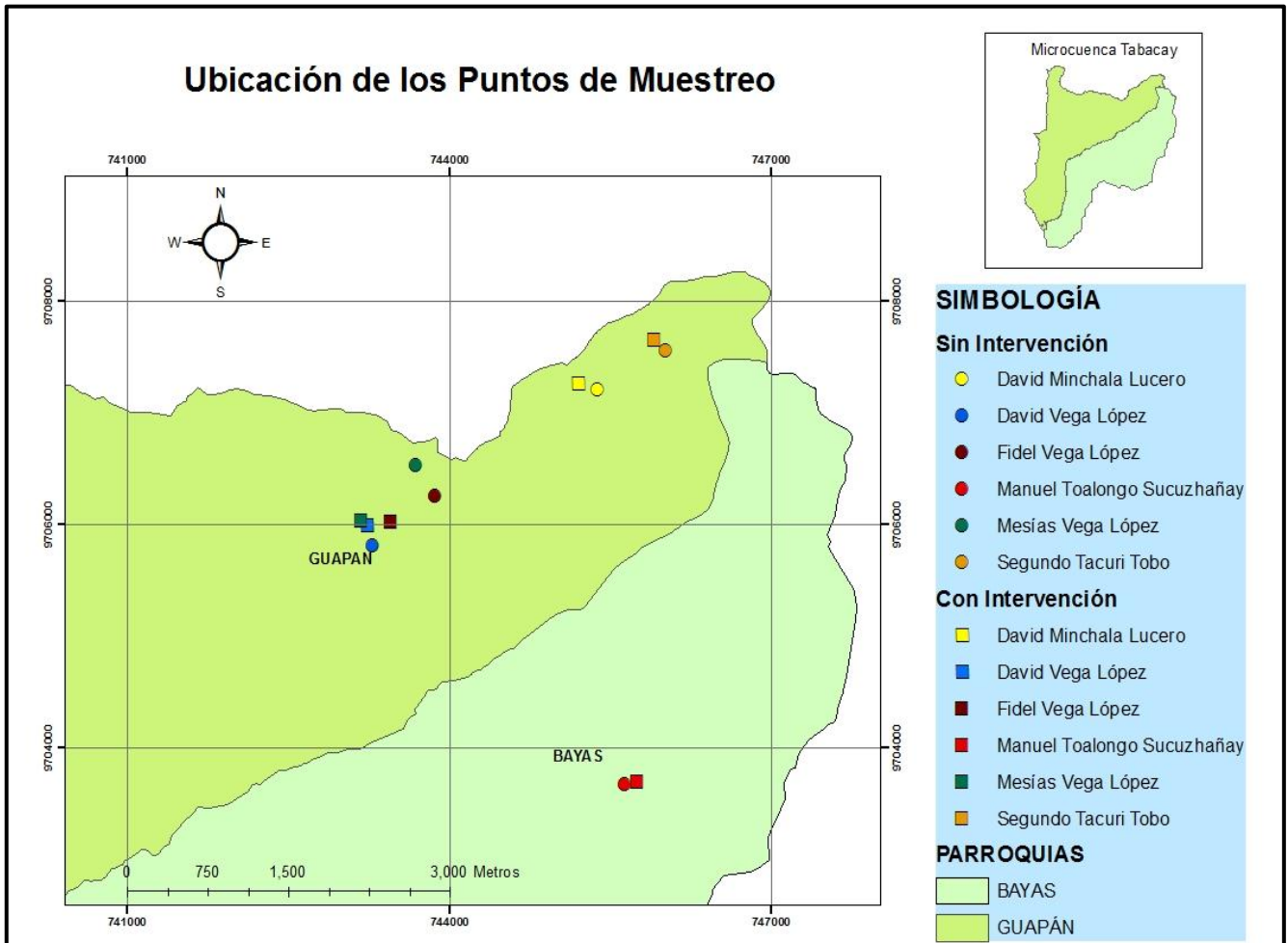
Las coordenadas permiten identificar los lugares a muestrear, en la *Tabla 8* se muestra los puntos de las áreas con intervención, es decir en los que se realizó las enmiendas agrícolas, luego se toma de las coordenadas de los potreros sin intervención, en los cuáles no se ha realizado el asesoramiento (testigos).

**Tabla 8:** Coordenadas de los predios con intervención y sin intervención.

Nombre del Afiliado	CON INTERVENCIÓN		SIN INTERVENCIÓN	
	X	Y	X	Y
Manuel Toalongo Sucuzhañay	745623	9703692	745633	9703668
Segundo Tacuri Tobo	745907	9707651	745910	9707714
David Minchala Lucero	745201	9707261	745707	9707864
Fidel Vega López	743456	9706026	743863	9706258
David Vega López	743230	9705986	743280	9705806
Mesías Vega López	743178	9706034	743688	9706535

Elaboración: Silvia Naranjo

Se ingresa las coordenadas al programa ARC GIS y se ubica en el mapa, la *Figura 4* permite identificar los puntos en los que se realizó el muestreo y los propietarios.



**Figura 4:** Puntos de muestreo

**FUENTE:** EMAPAL, 2016

Elaboración: Silvia Naranjo

#### 4.4 ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE POTREROS.

Para obtener la información de los potreros se realizó una entrevista estructurada a cada propietario de los predios a ser muestreados, con las siguientes preguntas:

1. Inclinación del terreno
2. ¿Cuántos años está cultivado con pasto?
3. ¿Qué uso tenía el terreno antes de cultivar pasto?
4. Manejo del suelo antes de firmar el convenio
5. Mejoras observadas en el pasto, luego de aplicar las enmiendas
6. Altura anterior (sin enmiendas agrícolas) y altura actual del pasto (luego de aplicar las enmiendas agrícolas).



Universidad de Cuenca

Altura anterior: \_\_\_\_\_

Altura actual: \_\_\_\_\_

7. Cantidad de cabezas de ganado ubicado en el terreno tratado

## 4.5 MUESTREO DE SUELO

### 4.5.1 *Materiales*

Para la toma de muestras se utilizó un barrenador puesto que permite la perforación y toma de muestra del suelo con el mínimo impacto en el momento de limpieza de la superficie y desbroce de vegetación. Funda plástica para colocar las submuestras, cinta y etiqueta para identificar la muestra compuesta, la etiqueta debe indicar el nombre del propietario, teléfono, RUC, sector, fecha de recolección, tipo de riego y análisis requerido.

### 4.5.2 *Método de Muestreo*

Se toma una muestra compuesta por terreno, un total de 10 submuestras en zigzag porque son áreas menores a 1 ha y con pendiente, una vez colectadas se procede a colocar en la funda plástica y retirar cualquier elemento extraño como hojas, hierbas, ramas, etc. que hayan sido extraídas durante el muestreo y que puedan alterar los resultados de los análisis, se homogeniza la muestra y coloca la etiqueta para su correcta identificación en el laboratorio (INIAP, 2012). Ver esquema.



### 4.5.3 Esquema de Muestreo

Selección y limpieza de la herramienta para el muestreo (barreno).



Limpiar bien la superficie a realizar el muestreo.



Introducir el barreno con ambas manos presionando hacia abajo a una profundidad de 20 cm.



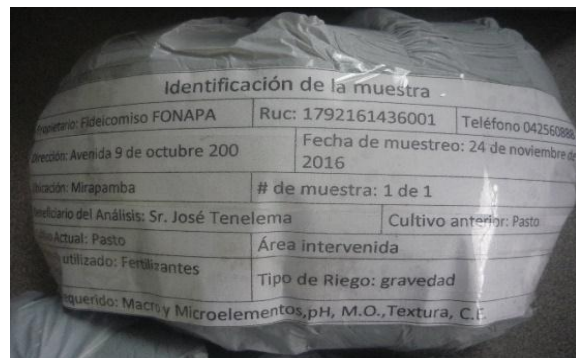
Retirar el barreno con la submuestra de suelo y verificar que se haya tomado a la profundidad requerida.



Colocar la submuestra en una funda.



Una vez recolectadas las 10 submuestras por predio en zigzag, se mezclan bien, luego sellar la funda y colocar la etiqueta de identificación.



## 4.6 CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS

Para determinar los parámetros químicos, físicos e hidrofísicos las muestras de suelo se entregaron a la Estación Experimental del Austro ubicada en el Km. 12 1/2 vía el Descanso – Gualaceo, Sector Bullcay, Cantón Gualaceo, donde se realizó los análisis de suelo con su metodología. En las *Tablas 9, 10 y 11* se mencionan las metodologías utilizadas.

### 4.6.1 Caracterización de Parámetros Químicos



**Tabla 9:** Metodología para el análisis químico

Parámetro	Unidad	Metodología
pH	Adimensional	Potenciómetro
Materia orgánica	%	Oxidación Vía Húmeda
Conductividad Eléctrica	dS/m	Extracto de pasta saturada
P, N	ppm	Colorimetría
K, Ca, Mg	(meq/100ml)	Espectrofotometría de absorción atómica
Zn, Cu, Fe, Mn	ppm	Espectrofotometría de absorción atómica
Relaciones Catiónicas	Adimensional	Relación algebraica
Densidad aparente	gr/cm <sup>3</sup>	Software: <b>Soil Water Characteristics</b>

FUENTE: (INIAP, 2017)

Elaboración: Silvia Naranjo

#### 4.6.2 Caracterización de Parámetros Físicos

**Tabla 10:** Metodología para el análisis físico

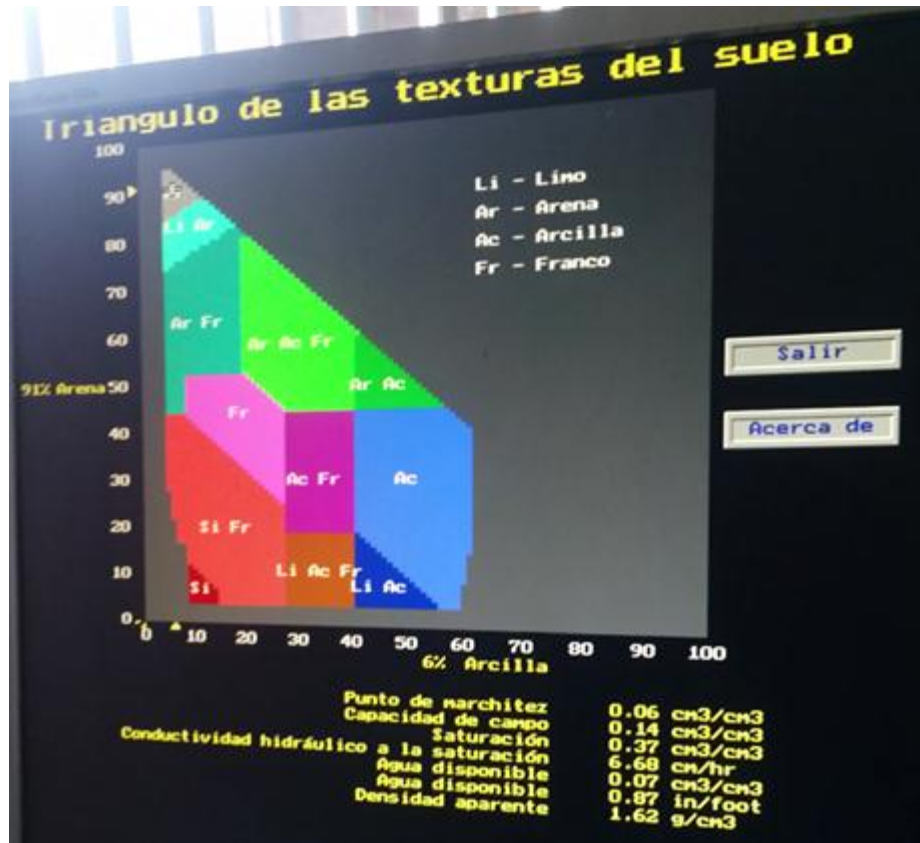
Parámetro Físico	Unidad	Metodología
Textura	Porcentaje	Método de Bouyoucus

FUENTE: (INIAP, 2017)

Elaboración: Silvia Naranjo

#### 4.6.3 Caracterización de Parámetros Hidrofísicos

Para determinar los parámetros hidrofísicos se realizó automáticamente mediante el programa SOIL WATER, en la *Figura 5* se observa que al ingresar los porcentajes de arena, limo y arcilla para determinar la clase textural, el programa muestra los valores de los parámetros hidrofísicos



**Figura 5:** Determinación de parámetros hidrofísicos

Fuente: (INIAP, 2017)

**Tabla 11:** Metodología para el análisis hidrofísico

Parámetro	Unidad	Metodología
Capacidad de Campo	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	Software: <b>Soil Water Characteristics</b> (Hydraulic Properties Calculator)
Punto de Marchitez	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	
Agua Disponible	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	
Conductividad Hidráulica	cm/h	

FUENTE: (INIAP, 2017)

Elaboración: Silvia Naranjo

#### 4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico y gráfico se realizó mediante el programa estadístico R versión 3.3.2 y R Commander versión 2.3-2 (R Development Core Team, 2016).

Para evaluar los parámetros químicos, físicos e hidrofísicos y su variabilidad en los diferentes períodos (anterior, actual y testigo) se utilizó el test de Shapiro Wilk ya que



es el adecuado para un número de muestras menor a 50, permite determinar si los datos siguen una distribución normal (Ghasemi & Zahediasl, 2012).

Las variables con distribución normal se realiza el análisis de varianza ANOVA, pues permite analizar el contraste de medias entre los escenarios: actual, anterior y testigo. Las variables no paramétricos se analizaron con el método de Kruskal Wallis, en base a la mediana. Para determinar las diferencias significativas se establece el 5% de grado de significancia en cada método para las variables en los distintos períodos (actual, testigo y anterior).

Se representa cada variable gráficamente con diagramas de caja, puesto que permite relacionar variables cuantitativas y cualitativas (Ray, 2016) y observar la variabilidad de los datos.

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS

#### 1. Inclinación del terreno

Pendiente de 15 – 25%

Sr. Manuel Toalongo
Sr. Mesías Vega
Sr. Fidel Vega

Pendiente 30 – 40 %

Sr. David Vega
Sr. David Minchala
Sr. Segundo Tacuri

#### 2. ¿Cuántos años está cultivado con pasto?

2 años

Sr. David Vega
Sr. David Minchala
Sr. Mesías Vega



10 a 15 años

Sr. Manuel Toalongo
Sr. Fidel Vega
Sr. Segundo Tacuri

**3. ¿Qué uso tenía el terreno antes de cultivar pasto?**

Cultivo de papas

Sr. David Vega
Sr. Manuel Toalongo

Área natural (Bosque de pino, pajonal)

Sr. David Minchala
Sr. Mesías Vega
Sr. Fidel Vega
Sr. Segundo Tacuri

**4. Manejo del suelo antes de firmar el convenio**

Ninguno

Sr. Segundo Tacuri
--------------------

Productos químicos o gallinaza

Sr. David Vega
Sr. Manuel Toalongo
Sr. David Minchala
Sr. Fidel Vega
Sr. Mesías Vega

**5. Mejoras observadas en el pasto, luego de aplicar las enmiendas**

Todos los propietarios coincidieron en que ha mejorado el crecimiento del pasto y por ende la producción de leche.

**6. Altura anterior (sin enmiendas agrícolas) y altura actual del pasto (luego de aplicar las enmiendas agrícolas).**



Diferencia entre altura anterior y actual del pasto de 50 a 60 cm.

Sr. Manuel Toalongo
Sr. Fidel Vega
Sr. Segundo Tacuri

Crecimiento mayor de 30 cm, en comparación con el pajonal que tenía en el área natural

Sr. David Minchala
Sr. Mesías Vega

El sr. David Vega no tiene rango de altura anterior y actual, debido a que pasó directamente de cultivo de papas a potrero.

## 7. Cantidad de cabezas de ganado ubicado en el terreno tratado

De 15 a 19 cabezas

Sr. David Vega
Sr. Mesías Vega
Sr. Fidel Vega

De 20 a 25 cabezas

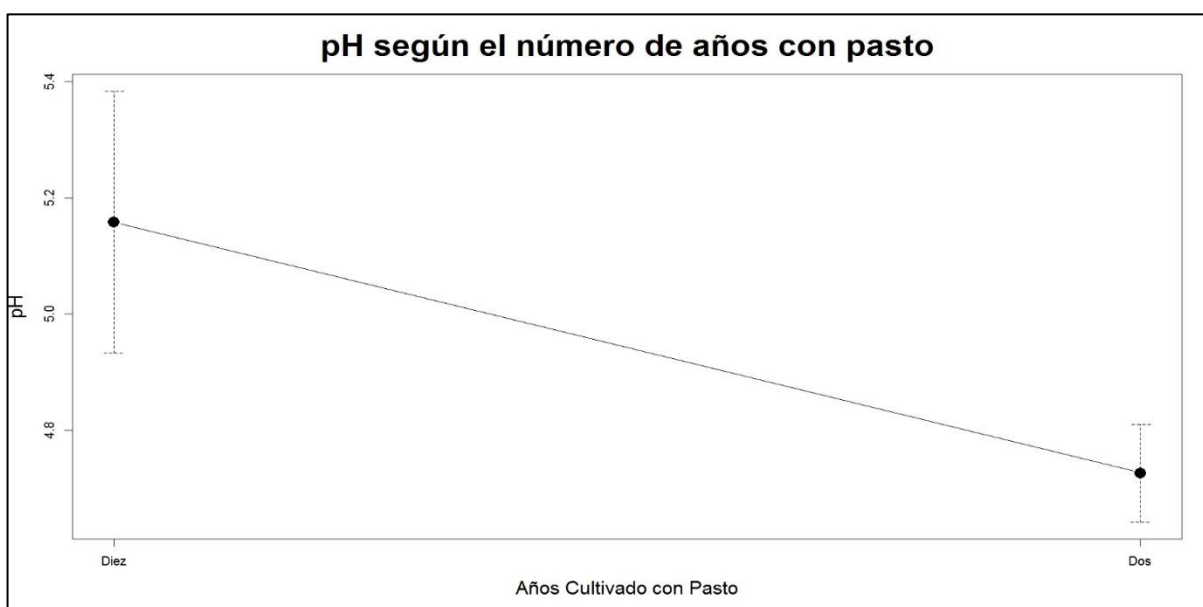
Sr. Manuel Toalongo
Sr. David Minchala
Sr. Segundo Tacuri

### 5.1.1 Evaluación de la Pendiente del Suelo

Mediante las entrevistas se deduce que en los lugares de establecimiento de potrero generalmente tienen pendientes entre 15 y 40%, por lo que la actividad ganadera influye en la erosión del suelo y lavado de nutrientes; para controlar estos factores es recomendable aplicar un sistema agroforestal, pues permite la combinación de árboles y desarrollo de la actividad ganadera, a su vez beneficios ambientales entre estos: retención de carbono, recursos y hábitat para especies, incremento de la materia orgánica y sobre todo reducción en la erosión del suelo (Mendieta & Rocha, 2007).

### 5.1.2 Relación Número de Años que el Sitio está Cultivado con Pasto con pH y Nitrógeno del suelo.

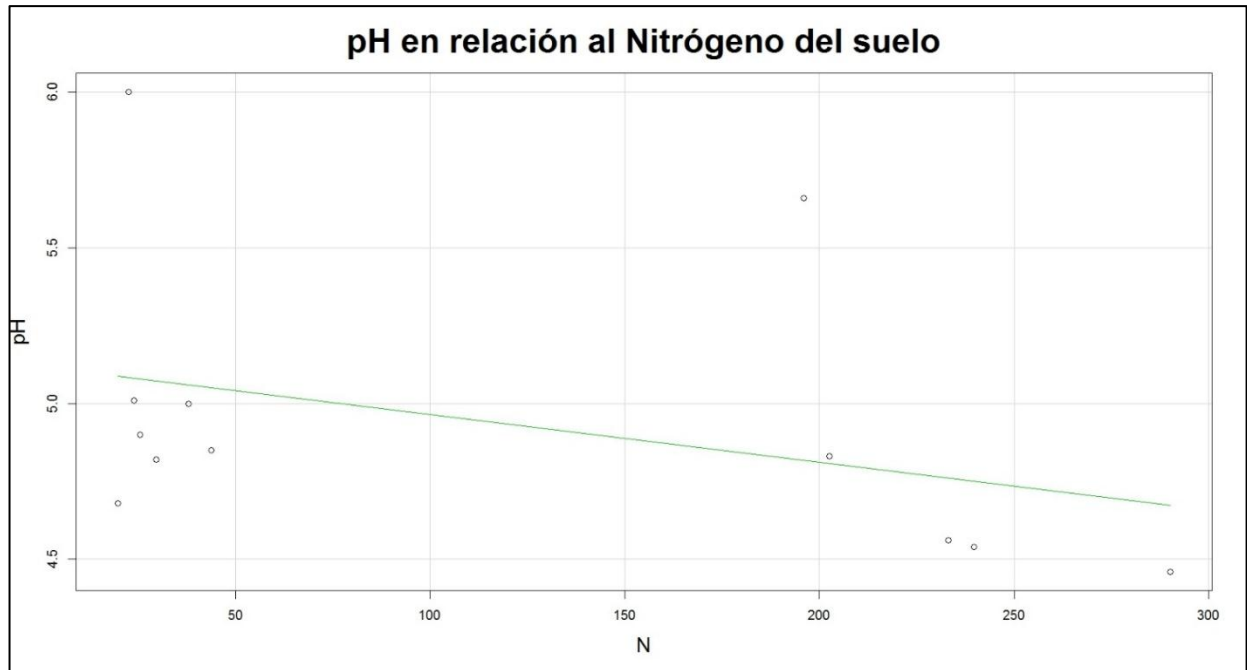
Se comparó estadísticamente la pregunta referente a los años que el sitio ha sido cultivado con pasto; se realizó el análisis de normalidad y se consideró todos los parámetros del suelo, obteniendo como resultado que el pH y N siguen una distribución no normal con valores de  $p= 0.02$  y  $p= 0.005$  respectivamente, en la *Figura 6* se observa que los predios cultivados hace 2 años con pasto tienen un pH menor que los cultivados 10 años, este incremento de acidez de los primeros se asocia a la aplicación de fertilizantes nitrogenados (McCauley, Jones, & Olson-Rutz, 2017), ya que al realizar cambio de uso de suelo se aplica estos fertilizantes para mejorar la producción del suelo. También con los resultados de los análisis se realizó el gráfico de relación entre pH y nitrógeno *ver Figura 7*, en el cual se observa que tiene una relación inversa, es decir a mayores concentraciones de nitrógeno, menor es el pH del suelo.



**Figura 6:** Diagrama de medias de pH

Elaboración: Silvia Naranjo

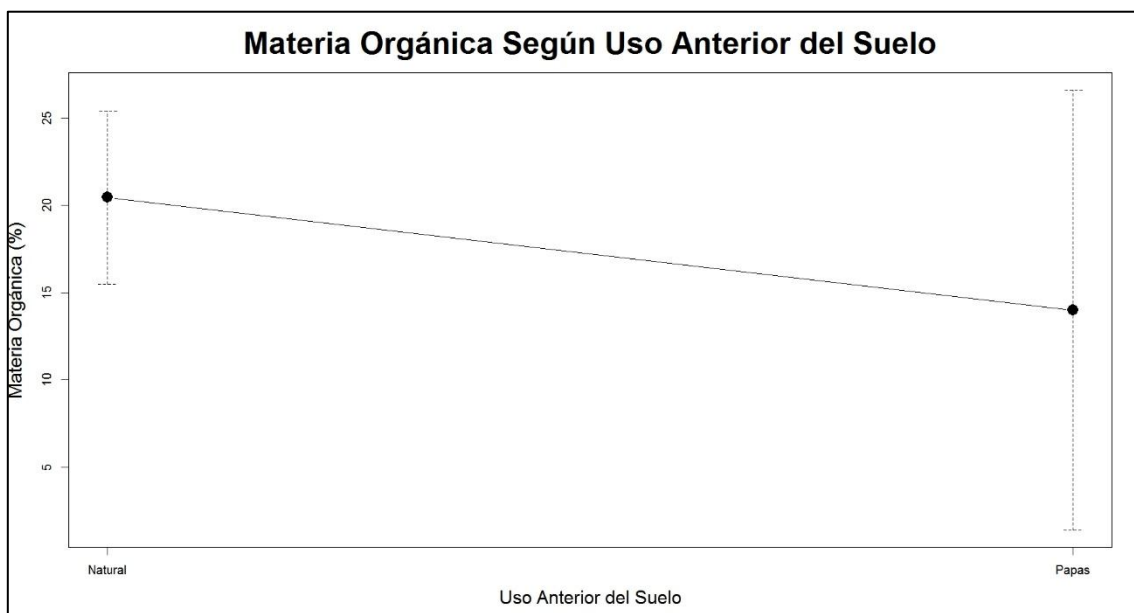




**Figura 7:** Relación entre pH y N  
Elaboración: Silvia Naranjo

### 5.1.3 Relación Uso Anterior del Suelo con Materia Orgánica y Densidad Aparente

Se evaluó las respuestas en base a los sitios que eran cultivo de pasto y pasaron a ser potrero y en los que hubo transición directamente de área natural a potrero, mediante un gráfico de medias se observa que el porcentaje de MO en el área natural es mayor que en el área que era cultivada con papas (ver Figura 8), debido a que en áreas no alteradas existe mayor acumulación de materia orgánica, mejorando la estructura del suelo y con valores de densidad aparente más bajos (Ver Figura 9), que se relaciona directamente con el aumento de capacidad de almacenamiento de agua del suelo y mejor capacidad de regulación hídrica en los páramos (Céleri & Quichimbo, 2012).

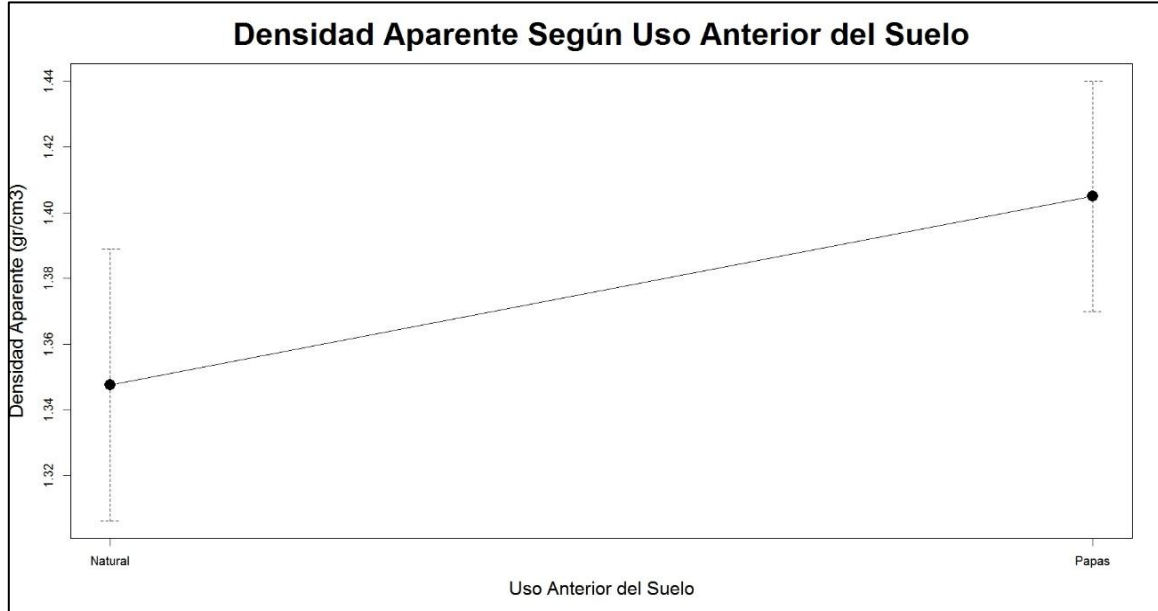




**Figura 8:** Materia Orgánica Según Uso Anterior del Suelo

Elaboración: Silvia Naranjo

**Figura 9:** Densidad Aparente Según Uso Anterior del Suelo



Elaboración: Silvia Naranjo

## 5.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Los resultados de los análisis de suelo: anterior, actual y testigo de los parámetros químicos (pH, materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE), P, N, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn), físicos (arcilla, arena y limo) e hidrofísicos (agua disponible (AD), capacidad de campo (CC), conductividad hidráulica (CH), densidad aparente (DA), punto de marchitez (PM)) se analizaron con el test de normalidad Shapiro Wilk.

En la *Tabla 12* se exponen las medidas de tendencia central de las principales variables.

**Tabla 12:** Medidas de tendencia central de los parámetros del suelo

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
pH	4.89	4.84	4.15	6.00	0.45
MO	18.91	20.31	1.40	35.00	9.68



CE	0.23	0.16	0.07	0.67	0.18
P	17.63	12.31	1.01	60.57	16.92
N	138.26	184.56	19.91	290.00	98.56
K	0.47	0.42	0.18	1.15	0.26
Ca	5.49	4.87	1.46	10.01	2.77
Mg	1.09	0.97	0.54	1.84	0.43
Cu	7.31	6.85	3.00	12.00	2.96
Fe	224.17	167.00	37.70	690.00	168.24
Mn	10.44	10.65	1.60	25.00	6.67
Zn	2.51	1.90	0.80	7.50	1.70
Arcilla	24.83	22.00	7.00	49.00	12.10
Arena	55.00	54.50	29.00	84.00	13.50
Limo	24.17	21.50	9.00	31.00	6.22
AD	0.11	0.11	0.08	0.13	0.014
CC	0.26	0.25	0.15	0.40	0.064
CH	0.99	0.61	0.14	4.97	1.16
DA	1.32	1.37	0.21	1.59	0.29
PM	0.15	0.14	0.07	0.28	0.06

Elaboración: Silvia Naranjo

### 5.3 ANÁLISIS DE NORMALIDAD

Con el test de Shapiro Wilk los parámetros se evaluaron para determinar si tienen una distribución normal, el valor p a considerar es 0.05. En la *Tabla 13* se muestran los parámetros que presentan una distribución normal  $p \geq 0.05$  y los no paramétricos  $p < 0.05$ .

**Tabla 13:** Resultados de la Prueba de Normalidad

Prueba de Normalidad - Shapiro Wilk		
Variable	Valor P	
Ca	0.27	N
Cu	0.14	N
Mg	0.06	N
Mn	0.19	N
MO	0.32	N
pH	0.17	N
Arcilla	0.30	N
Arena	0.99	N
Limo	0.35	N
AD	0.37	N
CC	0.62	N
PM	0.24	N
N	0.008	NN
P	0.0006	NN



K	0.03	NN
Fe	0.02	NN
Zn	0.0003	NN
CE	0.0003	NN
CH	7.45E-05	NN
DA	2.16E-06	NN

Elaboración: Silvia Naranjo

\*N: Variables Normales

\*NN: Variables no Normales

Los parámetros Ca, Cu, Mg, Mn, MO, pH, Arcilla, Arena, Limo, PM, tienden a la distribución normal, mientras que N, P, K, Fe, Zn, CE, CH, DA presentan una distribución no paramétrica.

### 5.3.1 Análisis de Variables Normales

En la *Tabla 14* se muestran los resultados del análisis de varianza: donde se obtuvo el grado de significancia para: Cu, Mg, Mn, MO, pH Arcilla, Arena, Limo, AD, CC, PM presentan un valor de  $pr \geq 0.05$ , indicativo de que la variación entre las medias no es significativa. Se determinó que el calcio tiene un  $pr < 0.05$ , siendo el único parámetro con diferencia estadísticamente significativa de medias.

La diferencia entre los resultados del análisis anterior, actual y testigo se analizó gráficamente mediante diagramas de cajas, del parámetro estadísticamente significativo se puede ver en la Figura 10 y de las variables no significantes en *Anexos 2*.

**Tabla 14:** Análisis de Varianza (ANOVA)

ANOVA	
Variable	Pr
Ca	<b>0.03</b>
Cu	0.55
Mg	0.26
Mn	0.97
MO	0.82
pH	0.57
Arcilla	0.87
Arena	0.70
Limo	0.66
AD	0.57
CC	0.81
PM	0.85



Elaboración: Silvia Naranjo

### 5.3.2 Análisis de Variables No Normales

En la *Tabla 15* se exponen los resultados de la prueba de Kruskal – Wallis, el grado de significancia para CH, DA, Fe, K, P y Zn con un valor de  $pr \geq 0.05$  indica que la variación entre las medianas no es significativa. Para CE y N con un valor  $pr < 0.05$  se muestran como los parámetros con diferencia estadísticamente significativa de medianas, la diferencia de los resultados del análisis anterior, actual y testigo de los parámetros significantes (CE y N) se analizan mediante diagrama de cajas *ver Figura 11 y 12* respectivamente y de los parámetros no significantes se encuentran en *Anexos 2*.

**Tabla 15:** Prueba de Kruskal - Wallis

Prueba de Kruskal - Wallis		
Variable	Chi - cuadrado	Pr
CE	8.16	<b>0.02</b>
N	11.66	<b>0.003</b>
P	0.14	0.93
Fe	2.60	0.27
K	2.87	0.24
Zn	3.91	0.14
CH	0.29	0.86
DA	0.46	0.80

Elaboración: Silvia Naranjo

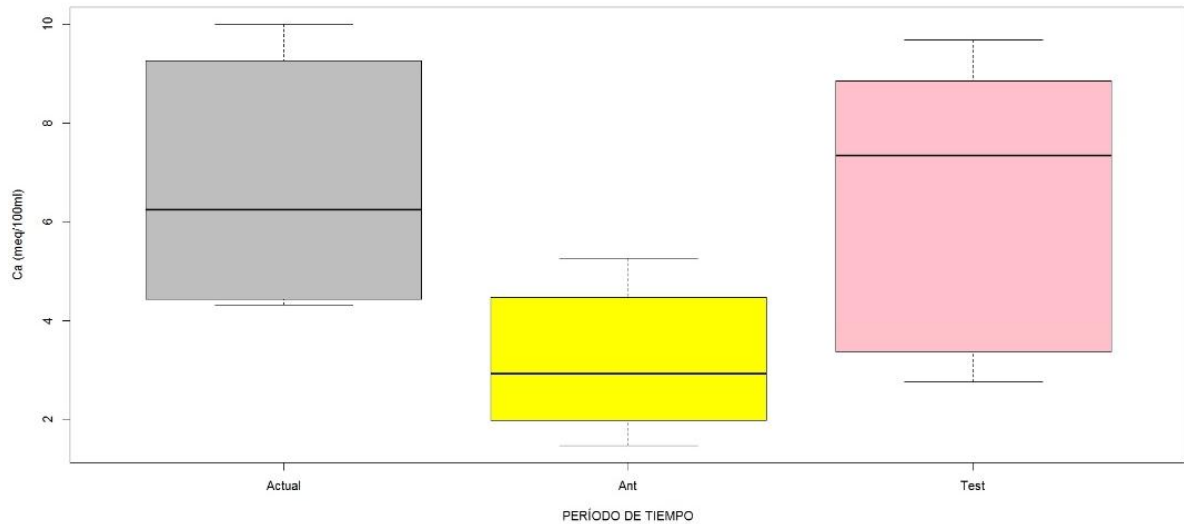
### 5.4 ANÁLISIS GRÁFICO CON DIAGRAMAS DE CAJA

Se realizó el análisis gráfico con diagramas de caja de los parámetros con resultados estadísticamente significante que son: conductividad eléctrica, nitrógeno y calcio. Los parámetros que no tienen diferencia significativa se encuentran en *Anexos 2*.

#### 5.4.1 Análisis del Calcio



En la *Figura 10* el nivel de calcio en el suelo actual ha incrementado en 54% respecto al análisis anterior, pasando de valores bajos a medios (4 – 8 meq/100ml – INIAP) y altos, por influencia de la aplicación de Eco Abonaza que aporta 3% de este nutriente. El suelo testigo presenta niveles óptimos de calcio por la aplicación de gallinaza que contiene 5.6% de Ca.

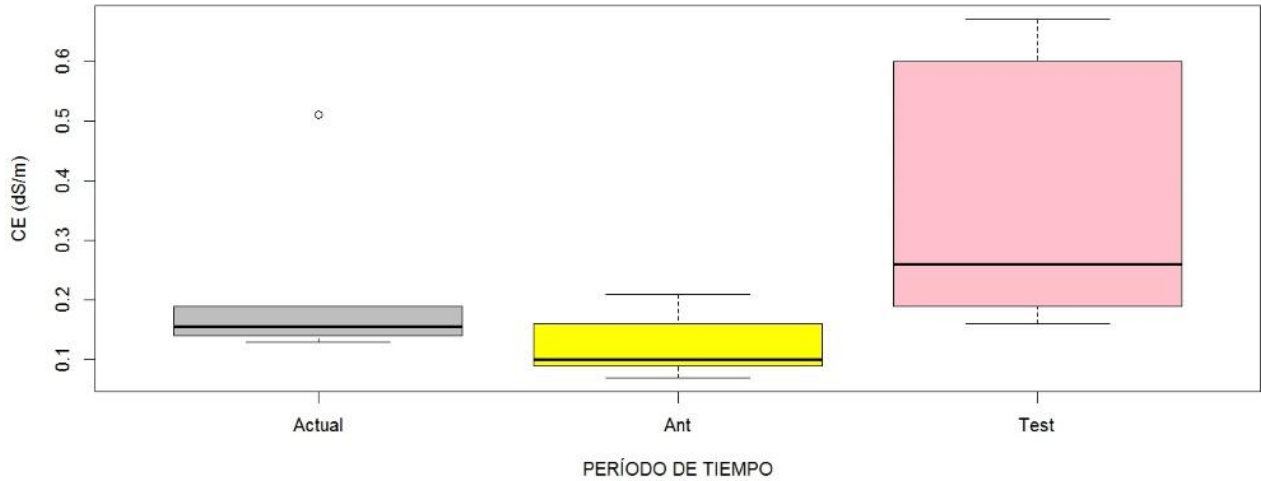


Elaboración: Silvia Naranjo

#### 5.4.2 Análisis de la Conductividad Eléctrica

En la *Figura 11* se observa que en los análisis actuales los valores de CE no presentan variabilidad en los datos con respecto al análisis anterior y el actual, sin embargo el análisis testigo tiene un incremento del 38%, comparado con el análisis actual. A pesar de tener diferencia significativa con un valor de  $p=0.02$  ningún suelo es considerado salino ya que el mayor valor de CE es de 0.67 dS/m que corresponde al suelo testigo, el INIAP menciona que para ser un suelo salino debe tener una CE

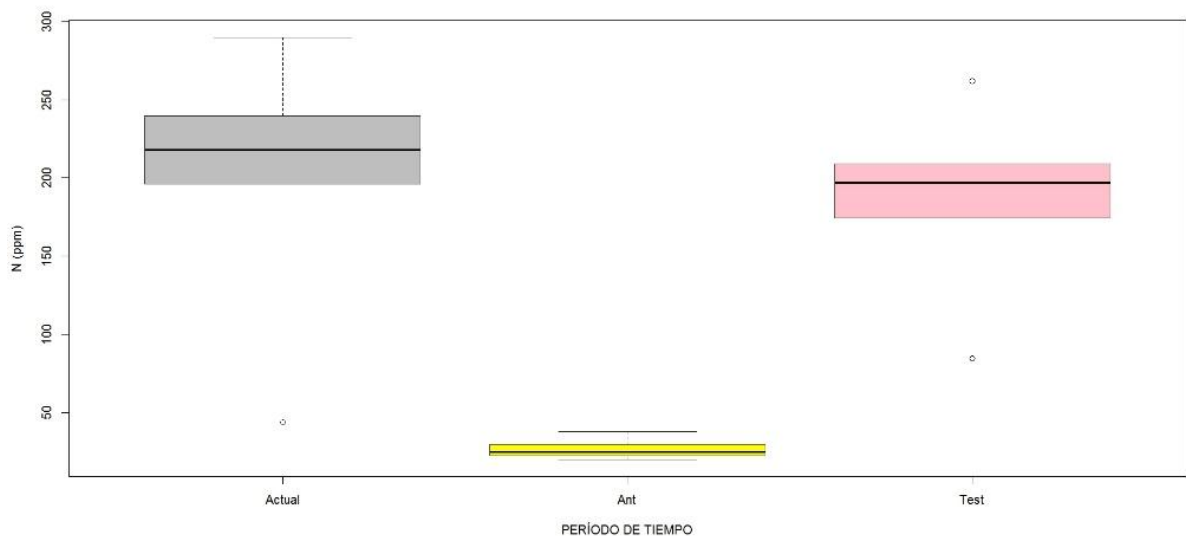
**Figura 10:** Diagrama de caja del calcio mayor a 2dS/m.



**Figura 11:** Diagrama de caja de la conductividad eléctrica  
Elaboración: Silvia Naranjo

### 5.4.3 Análisis del Nitrógeno

En la *Figura 12* se evidencia un incremento sustancial de N en los análisis actuales con respecto del análisis anterior en un 88%. Este incremento se debe a la aplicación de Ecoabonaza *Ver figura 29* (Anexos), que tiene el 3% de N (Núñez, 2014). El suelo testigo presenta igualmente valores elevados de N, puesto que el rango medio u óptimo de nitrógeno es de 20-40 ppm, esta causa se le atribuye a la aplicación de gallinaza como fertilizante el cual tiene el 3.7% de este componente (SAGARPA, 2007).



**Figura 12:** Diagrama de caja del nitrógeno

Elaboración: Silvia Naranjo



#### **5.4.4 Análisis del Parámetros no Significantes**

Mediante el análisis estadístico el pH no presenta diferencias significativas, pero se observa que en los tres escenarios anterior, actual y testigo sus valores se encuentran en la categoría de muy ácidos (0 – 5 ), pues los valores de las medias de pH son 5.05, 4.81 y 4.79 respectivamente, por consiguiente no es apto para el crecimiento de pastos, ya que el rango óptimo oscila entre 5.5 y 6.5 (Apráez, Navia, & Zambrano, 2014). La disminución de pH se atribuye a las altas precipitaciones en el páramo que ocasiona la lixiviación de cationes intercambiables Ca, K, Mg y Na (Campillo & Sadzawka, 2009).

La materia orgánica y el hierro se encuentran en rango alto, es decir mayores a 5% y 40 ppm respectivamente. El alto contenido de materia orgánica en los tres escenarios se debe a que a mayor altitud hay un mayor incremento de materia orgánica, por el lento proceso de mineralización y humificación (Apráez et al., 2014) El incremento de Fe en un 33% en el análisis actual respecto al anterior, tiene relación directa con el descenso de pH (Célleri & Quichimbo, 2012).

Los niveles de zinc en los tres escenarios se encuentra en el rango bajo es decir < 4ppm, su baja concentración está asociada al pH muy ácido del suelo y los elevados contenidos de nitrógeno que ocasionan deficiencia del zinc por el diferente ritmo de absorción de estos dos elementos por la planta (Navarro & Navarro, 2013).

Los parámetros fósforo, cobre y manganeso en los tres escenarios se encuentran en el rango ideal o medio que corresponden: P (10 a 20 ppm), Cu (1-10 ppm), Mn (5-10 ppm).

Igualmente los niveles de potasio tiende a alcanzar rangos altos en los análisis actual y testigo, niveles bajos en el anterior. Los niveles de magnesio en el suelo actual han incrementado pasando del nivel bajo a medio, es decir de 1 – 3 (meq/100ml); el suelo testigo también se encuentra en el nivel medio.

El incremento de estos parámetros en el suelo intervenido se atribuye a la aplicación de Eco Abonaza (Núñez, 2014) y en el suelo testigo por la aplicación de gallinaza (SAGARPA, 2007), que evitan la pérdida de estos nutrientes por lixiviación (Havilah, Lawrie, Milham, Senn, & Warren, 2006).





Los parámetros físicos arcilla, arena y limo no tienen diferencia significativa, con valor  $p > 0.05$ . En el triángulo textural (*Figura 1*) se ubicó los porcentajes de arcilla, arena y limo de los tres diferentes tipos de análisis y estos se agrupan en la clase textural franco-areno-arcilloso, en este tipo de textura predomina la arena y arcilla por tanto tiene propiedades cohesivas (pegajosidad y plasticidad) en condiciones húmedas (Brown, 2012).

Los parámetros hidrofísicos no son estadísticamente significantes (valor  $p > 0.05$ ), se evaluó la disponibilidad de los más relevantes para la producción de pasto, entre estos se encuentra el agua disponible con un promedio de  $0.10 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  en los tres periodos y mediante la relación con la textura del suelo (franco-areno-arcilloso), se establece que se encuentra en un valor óptimo ( $0.10 - 0.15 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ) según USDA, 1998. El valor ideal se relaciona con el alto contenido de materia orgánica dado que a mayor contenido de esta se incrementa la formación de agregados y aumento en el tamaño de los poros, que permiten retener el agua disponible e incrementa la infiltración del agua (Huntington, 2007).

La densidad aparente de los tres escenarios tiene un promedio de  $1.36 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , es un valor que se encuentra en el rango medio ( $1.2 - 1.45 \text{ gr}/\text{cm}^3$ ) y permite el óptimo crecimiento y penetración del sistema radicular (Lanchimba, 2012).

La conductividad hidráulica con un promedio de  $0.54 \text{ cm}/\text{h}$  se encuentra en el rango de moderadamente lenta ( $0.5-2 \text{ cm}/\text{h}$ ), considerado bajo debido a que los páramos se caracterizan por tener rangos  $1.8 \text{ cm}/\text{h}$  (Bièvre, Buytaert, Deckers, & Wyseure, 2005), dicho valor se atribuye a la falta de manejo de la carga animal que a través del pisoteo ocasiona compactación del suelo, disminuyendo la capacidad de infiltración de agua en el suelo (Balam, 2015).



## 6 CONCLUSIONES

La reducción de materia orgánica y el aumento de densidad aparente en áreas intervenidas disminuye la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo e influye en la regulación hídrica en los páramos, por ello es importante promover su conservación y evitar el desarrollo de actividades antrópicas.

Todos los afiliados a los ARA afirman que luego de aplicar ecoabonaza han observado un incremento en el crecimiento del pasto, sin embargo la disminución de pH se debe tomar en cuenta al realizar futuras fertilizaciones.

En los predios intervenidos el nitrógeno se encuentra en rangos altos, por lo que se debe aplicar otro tipo de fertilizante que no contenga este elemento; ya que mediante lixiviación se puede incorporar a fuentes hídricas, ocasionando contaminación y eutrofización del medio acuático (Martínez, 2011).

La conductividad hidráulica se encuentra en rango moderadamente lenta (0.54 cm/h), valor no característico de suelos de páramo (1.34 cm/h) (Bièvre et al., 2005), el mismo que se atribuye a un sobrepastoreo en los predios que ocasiona compactación del suelo y disminución en la infiltración.

Mejorar el asesoramiento técnico para llegar a valores óptimos de los parámetros que se encuentran en rangos altos y bajos, que a futuro pueden ocasionar disminución en la productividad de pasto y a la vez incremento del avance de la frontera agrícola.



## 7 RECOMENDACIONES

La empresa EMAPAL – EP debe realizar análisis de suelo para evaluar la disminución o incremento de los parámetros físicos, químicos e hidrofísicos con respecto a los convenios de los años 2015 y 2016, ya que en el presente estudio no se tomaron en cuenta porque no se disponía de la información total.

Desarrollar un sistema agroforestal en áreas con pendiente mayor al 15% y en las que se desarrolla la actividad ganadera, ya que permite mejorar la retención de nutrientes en el suelo y controlar su erosión.

Controlar los niveles de hierro y nitrógeno presentes en el suelo para prevenir la contaminación de fuentes hídricas, dado que los análisis actuales respecto a los anteriores exceden los rangos óptimos.

Corregir la acidez del suelo mediante la aplicación conjunta de cal y yeso, ya que al combinarlos en una proporción de mezcla de 75% de carbonato de calcio y 25% de yeso se puede aumentar el pH en menor tiempo que con la aplicación únicamente de cal (Osorno, 2012).

Incluir en los análisis de suelo el aluminio intercambiable ya que puede ser el componente influyente en la acidez del suelo.

Continuar capacitando a los propietarios de los terrenos de las zonas altas respecto a las consecuencias ambientales del uso excesivo y sin control de la gallinaza u otros fertilizantes, ya que estos tienen efectos en el pH del suelo ocasionando acidez e incremento en los valores de nitrógeno en el suelo.

Capacitar a los ganaderos de la capacidad de carga adecuada en los potreros, para lograr de esta manera el crecimiento óptimo del pasto y producción ganadera, evitar la destrucción del páramo, sobrepastoreo, compactación y disminución de la erosión del suelo.

El presente trabajo debe ser considerado como base para corregir las deficiencias y excesos que se presentan en los diferentes parámetros químicos del suelo y de esta manera aplicar las enmiendas agrícolas adecuadas, ya que las usadas hasta la actualidad están agravando la calidad del suelo.



## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. M., Coronel, L., Echavarría, M., & Zavala, P. (2015). Infraestructura Verde en el Sector de Agua Potable en América Latina y el Caribe: Tendencias, Retos y Oportunidades. Recuperado 15 de febrero de 2017, a partir de <http://fondosdeagua.org/sites/default/files/infraestructura-verde-en-el-sector-de-agua-potable-en-america-latina-y-el-caribe-espanol.pdf>
- Apráez, J., Navia, F., & Zambrano, L. (2014). Evaluación de la relación suelo-planta en un sistema productivo de leche del altiplano Nariño, Colombia. Recuperado 21 de junio de 2017, a partir de <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v8n1a05.pdf>
- Arenas, J. G. (2011). Manual de Fertilización, Manejo de Forrajes y Pastos Cultivados, 16.
- Balam, J. (2015). Producción de Forraje y Carga Animal su Importancia en la Ganadería. Recuperado 13 de julio de 2017, a partir de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7223/63545%20BALAM%20CAAMAL%2C%20JOSE%20ISMAEL%20%20MONOG.pdf?ssequence=1>
- Barbecho, J., & Calle, J. (2012). Caracterización de la Conductividad Hidráulica de los suelos de la subcuenca del Río Tarqui. Recuperado 4 de julio de 2017, a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/771/1/ti897.pdf>
- Barrera, J., Cruz, M., & Melgarejo, L. M. (2012). Nutrición Mineral, p. 10.
- Bell, C. (2016). The Importance of Nitrogen for Plant Health and Productivity – Mammoth Microbes. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <https://mammothmicrobes.com/the-importance-of-nitrogen-for-plant-health-and-productivity/>



- Bennet, G., Carrol, N., & Hamilton, K. (2013). Charting New Waters State of Watershed Payments 2012. Recuperado a partir de [http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3308.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3308.pdf)
- Bieganowski, A., Witkowska, B., & Sokolowska, Z. (2013). Database of Polish arable mineral soils: a review. Recuperado a partir de <http://produkcja.ipan.lublin.pl/uploads/publishing/files/13Bieganowski.pdf>
- Bièvre, B., Buytaert, W., Deckers, J., & Wyseure, G. (2005). The Effect of Land-Use Changes on the Hydrological Behaviour of Histic Andosols in South Ecuador. Recuperado 13 de julio de 2017, a partir de <http://paramo.cc.ic.ac.uk/pubs/HP.pdf>
- Brown, R. . (2012). Soil Texture. Recuperado 5 de julio de 2017, a partir de <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/31/07/00001/SS16900.pdf>
- Campillo, R., & Sadzawka, A. (2009). La Acidificación de los Suelos, Origen y Mecanismos Involucrados. Recuperado 5 de junio de 2017, a partir de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33853.pdf>
- Cárdenas, A., & Garzón, J. P. (2011). Guía de Manejo de Pastos para la Sierra Sur Ecuatoriana. Recuperado 9 de febrero de 2017, a partir de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2318/1/BD407.pdf>
- Castellanos, J. (2013). Guía de interpretación de análisis de suelos y aguas. Recuperado 21 de febrero de 2017, a partir de [http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca\\_digital/guia-de-interpretacion-de-analisis-de-suelos-y-aguas-intagri-3.pdf](http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/guia-de-interpretacion-de-analisis-de-suelos-y-aguas-intagri-3.pdf)
- Célleri, R., & Quichimbo, P. (2012). Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: Páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. Recuperado 5 de julio de 2017, a partir de [https://www.researchgate.net/publication/285632863\\_Efectos\\_sobre\\_las\\_propiedades\\_fisicas\\_y\\_quimicas\\_de\\_los\\_suelos\\_por\\_el\\_cambio\\_de\\_la\\_cobertura\\_vegetal\\_y\\_uso\\_del\\_suelo\\_Paramo\\_de\\_Quimsacocha\\_al\\_sur\\_del\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/285632863_Efectos_sobre_las_propiedades_fisicas_y_quimicas_de_los_suelos_por_el_cambio_de_la_cobertura_vegetal_y_uso_del_suelo_Paramo_de_Quimsacocha_al_sur_del_Ecuador)



- Charron, A. (2014, septiembre 22). Registro Oficial 171. Recuperado 22 de febrero de 2017, a partir de <http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2014/septiembre/code/RegistroOficial171-Lunes22Septiembre2014EdicionEsp/registro-oficial-171---lunes-22-de-septiembre--2014-edicion-especial>
- EMAPAL. (2010). Estrategia de Remoción de barreras. Recuperado 11 de octubre de 2016, a partir de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0j5nsj9PPAhXEGR4KHVR7AJ8QFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rareplanet.org%2Fsites%2Frareplanet.org%2Ffiles%2Fdocumento\\_estrategia\\_de\\_remocion\\_de\\_barreras\\_1.docx&usg=AFQjCNESVO8OQ7WXpCPGoG\\_t4fhW8J\\_I1w&sig2=RA55rWAnd9HBPYUeLO3bMw](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0j5nsj9PPAhXEGR4KHVR7AJ8QFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rareplanet.org%2Fsites%2Frareplanet.org%2Ffiles%2Fdocumento_estrategia_de_remocion_de_barreras_1.docx&usg=AFQjCNESVO8OQ7WXpCPGoG_t4fhW8J_I1w&sig2=RA55rWAnd9HBPYUeLO3bMw)
- FAO. (2002). Los Fertilizantes y su Uso, a partir de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Gabriels, D., & L, D. L. (2011). Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo. *Venesuelos*, 14(1), 37-48.
- Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), 486. <https://doi.org/10.5812/ijem.3505>
- Greiber, T. (2010). Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latian. Recuperado 28 de enero de 2017, a partir de [http://cmsdata.iucn.org/downloads/eplp\\_78\\_sp.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/eplp_78_sp.pdf)
- Havilah, E., Lawrie, R., Milham, P., Senn, A., & Warren, H. (2006). Fertilisers for Pastures. Recuperado 5 de julio de 2017, a partir de [http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/166562/Fertilisers-for-pastures.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/166562/Fertilisers-for-pastures.pdf)
- Hofstede, R. (2004). El Impacto de las Actividades Humanas sobre el Páramo. Recuperado 20 de febrero de 2017, a partir de



[http://www.portalces.org/sites/default/files/references/095\\_Hofstede%202001%20Paramo%20Ecuador%20impacto.pdf](http://www.portalces.org/sites/default/files/references/095_Hofstede%202001%20Paramo%20Ecuador%20impacto.pdf)

Huntington, T. (2007). Available Water Capacity and Soil Organic Matter (PDF Download Available). Recuperado 7 de julio de 2017, a partir de [https://www.researchgate.net/publication/258046417\\_Available\\_Water\\_Capacity\\_and\\_Soil\\_Organic\\_Matter](https://www.researchgate.net/publication/258046417_Available_Water_Capacity_and_Soil_Organic_Matter)

INEC. (2013). El Uso del Suelo en el Ecuador. Recuperado 31 de enero de 2017, a partir de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeejecutivoESPA\\_C2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeejecutivoESPA_C2013.pdf)

INIAP. (2012). Toma de Muestras para Análisis de Suelos. Recuperado 23 de mayo de 2017, a partir de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/laboratorio-de-suelos-toma-de-muestras-para-analisis-de-suelo.pdf>

Jordán, A. (2006). Manual de Edafología. Recuperado a partir de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/suelo-completo.pdf>

Lanchimba, S. (2012). Uso Potencial del Suelo para el Cultivo de Pasturas en las Zonas de Influencia del Canal de Riego Cayambe - Pedro Moncayo Ecuador. Recuperado 2 de julio de 2017, a partir de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6846/1/UPS-YT00036.pdf>

Martínez, F. (2011). El Exceso de Nitratos un Problema Actual en la Agricultura. Recuperado 29 de junio de 2017, a partir de [http://www.uach.mx/extension\\_y\\_difusion/synthesis/2011/08/18/el\\_exceso\\_de\\_nitratos\\_un\\_problema\\_actual\\_en\\_la\\_agricultura.pdf](http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2011/08/18/el_exceso_de_nitratos_un_problema_actual_en_la_agricultura.pdf)

McCauley, A., Jones, C., & Olson-Rutz, K. (2017). Soil pH and Organic Matter. Recuperado 22 de junio de 2017, a partir de <http://landresources.montana.edu/nm/documents/NM8.pdf>



- Medina, G. (2008). Gestión y Manejo de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Tabacay. Recuperado 31 de enero de 2017, a partir de <http://cdjbv.ucuenca.edu.ec/ebooks/doi146.pdf>
- Mena, P., & Hofstede, R. (2006). Los Páramos Ecuatorianos. Recuperado 31 de enero de 2017, a partir de <http://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf>
- Mendieta, M., & Rocha, L. (2007). Sistemas Agroforestales. Recuperado 10 de julio de 2017, a partir de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/1\\_RENF08M538.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf)
- Navarro, G., & Navarro, S. (2013). *QUIMICA AGRICOLA QUIMICA DEL SUELO Y DE NUTRIENTES ESENCIAL*. Mundi-Prensa Libros.
- Núñez, E. (2014). Evaluación de Ecoabonaza en la Producción Forrajera de Alfalfa. Recuperado 2 de julio de 2017, a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3758/1/17T1226%20Nu%C3%B1ez%20Toscano%20El%C3%ADas.pdf>
- Ortiz, D.-G., A, M., González, N., D, J., & Suárez López, T. (2005). Páramos: Sensitive Hydrosystems. *Revista de Ingeniería*, (22), 64-75.
- Osman, K. T. (2013). Chemical Properties of Soil. En *Soils* (pp. 97-111). Springer Netherlands. Recuperado a partir de [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-5663-2\\_8](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-5663-2_8)
- Osorno, H. (2012). Mitos y Realidades de las Cales y Enmiendas en Colombia. Recuperado 29 de junio de 2017, a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6834/1/70660741.2012.pdf>
- Phogat, V. ., Tomar, V. ., & Dahiya, R. (2015). *Soil Physical Properties*. Recuperado a partir de [https://www.researchgate.net/publication/297737054\\_Soil\\_Physical\\_Properties](https://www.researchgate.net/publication/297737054_Soil_Physical_Properties)





- Quintuña, M. I. (2011). Plan de Manejo de la Microcuenca del Río Tabacay. Recuperado 19 de enero de 2017, a partir de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwixNSTidPPAhUEkx4KHdYsACsQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.emapal.gob.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_docman%26task%3Ddoc\\_download%26gid%3D112%26Itemid%3D95&usg=AFQjCNHj2VuRELOId9T9L84jsxAveC275g&sig2=vgBmH6SqAqH80AStcDMDMQ](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwixNSTidPPAhUEkx4KHdYsACsQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.emapal.gob.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D112%26Itemid%3D95&usg=AFQjCNHj2VuRELOId9T9L84jsxAveC275g&sig2=vgBmH6SqAqH80AStcDMDMQ)
- Quintuña, M. I. (2013). Plan de Análisis de Viabilidad de Remoción y Barrera. Recuperado a partir de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0j5nsj9PPAhXEGR4KHVR7AJ8QFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.rareplanet.org%2Fsites%2Frareplanet.org%2Ffiles%2Fplan\\_de\\_analisis\\_de\\_remocion\\_de\\_barreras.docx&usg=AFQjCNGLonBEKy\\_5OxtrRhWA3bYaq17c\\_Q&sig2=-d0x3Hh9qTvn67kA6hOc4A](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0j5nsj9PPAhXEGR4KHVR7AJ8QFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.rareplanet.org%2Fsites%2Frareplanet.org%2Ffiles%2Fplan_de_analisis_de_remocion_de_barreras.docx&usg=AFQjCNGLonBEKy_5OxtrRhWA3bYaq17c_Q&sig2=-d0x3Hh9qTvn67kA6hOc4A)
- R Development Core Team. (2016). R: The R Project for Statistical Computing. Recuperado 4 de junio de 2017, a partir de <https://www.r-project.org/>
- Ray, S. (2016, enero 10). Comprehensive Guide to Data Exploration. Recuperado 29 de mayo de 2017, a partir de <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2016/01/guide-data-exploration/>
- Robineau, O., Châtelet, M., Soulard, C.-T., Michel-Dounias, I., & Posner, J. (2011, marzo 24). Integrating Farming and Páramo Conservation: A Case Study From Colombia [research-article]. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00048.1>
- SAGARPA. (2007). Abonos Orgánicos. Recuperado 28 de junio de 2017, a partir de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>
- Spargo, J., Allen, T., & Kariuki, S. (2013). Interpreting Your Soil Test Results. *Center for Agriculture, Food and the Environment*. Recuperado a partir de



Universidad de Cuenca

<http://ag.umass.edu/soil-plant-tissue-testing-lab/fact-sheets/interpreting-your-soil-test-results>

US EPA. (2013, marzo 12). Nutrien Pollution [Overviews and Factsheets]. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.epa.gov/nutrientpollution/problem>

USDA. (1998). Avilable Water Capacity. Recuperado 7 de julio de 2017, a partir de [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051279.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051279.pdf)

Vanderlinden, K., & Giráldez, J. V. (2011). Field Water Capacity. En J. Gliński, J. Horabik, & J. Lipiec (Eds.), *Encyclopedia of Agrophysics* (pp. 299-300). Dordrecht: Springer Netherlands. Recuperado a partir de [http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-3585-1\\_58](http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-3585-1_58)



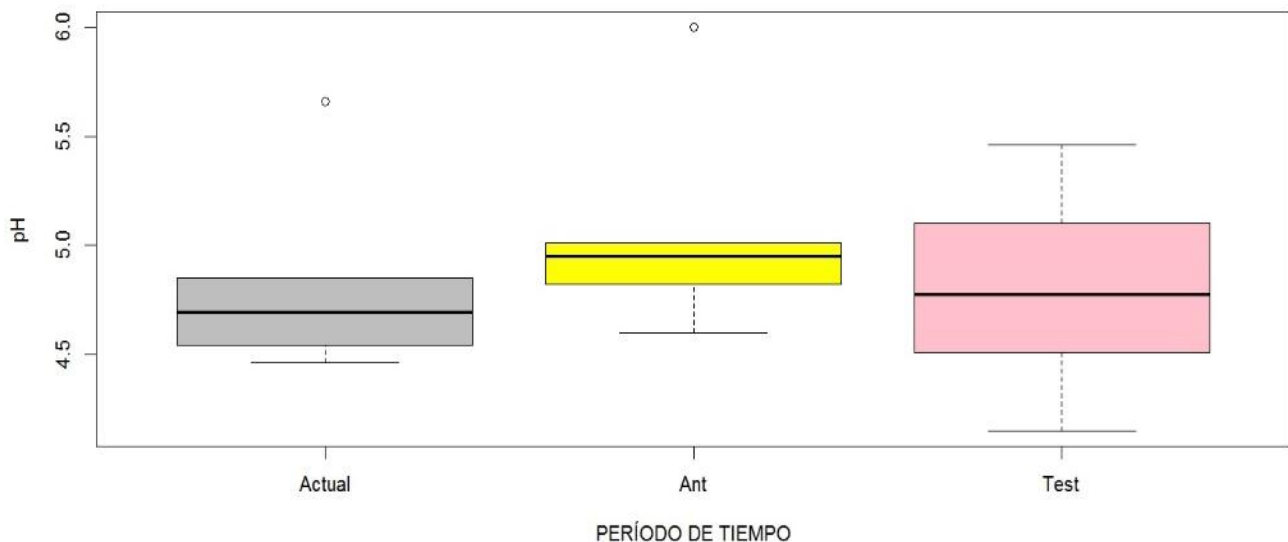
**9 ANEXOS:**

**Anexo 1: Tabla de resultados de análisis de suelo**

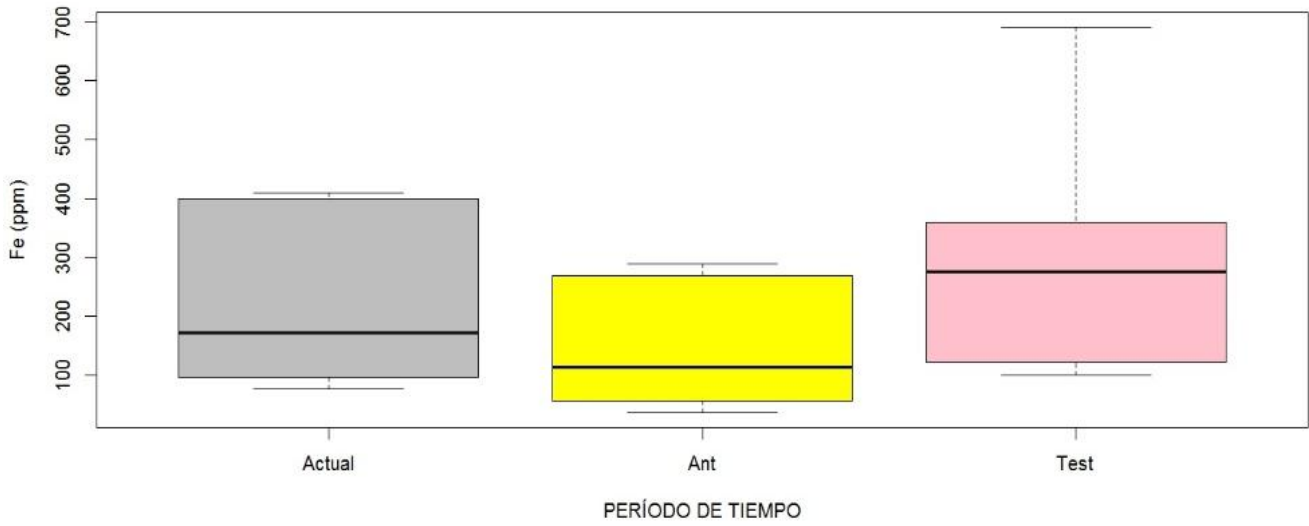
**Tabla 16:** Valores de los resultados de análisis de suelo

Cod	pH	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	CC	PM	AD	Ct
DM_Ant	4.82	29.60	18.94	0.42	5.26	1.02	2.60	11.6	269	16.80	0.40	0.28	0.13	0.1
DM_Act	4.54	239.71	11.99	0.47	6.92	1.10	1.70	7.00	222	10.00	0.30	0.20	0.10	0.1
DM_Test	4.51	194.85	12.62	0.27	2.75	0.76	1.80	4.00	360	4.00	0.22	0.11	0.11	1.1
DV_Ant	5.01	23.94	10.26	0.80	3.45	0.92	0.80	5.80	57.60	5.80	0.15	0.07	0.08	4.9
DV_Act	4.85	43.81	5.89	0.24	9.27	1.61	1.50	6.00	97	15.00	0.25	0.14	0.11	0.6
DV_Test	4.90	84.64	5.29	0.68	7.23	1.84	1.90	8.00	340	17.00	0.23	0.13	0.10	0.7
FV_Ant	4.90	25.60	1.01	0.31	4.47	1.13	1.60	10.20	289	14.50	0.33	0.21	0.13	0.2
FV_Act	4.56	233.09	34.38	0.84	5.58	1.21	6.00	11.00	400	16.00	0.29	0.19	0.10	0.2
FV_Test	4.65	209.19	60.57	0.41	8.85	1.44	7.50	7.00	212	9.00	0.19	0.10	0.09	1.7
MV_Ant	4.68	19.91	12.91	0.23	1.97	0.80	1.60	11.8	115	11.30	0.29	0.18	0.11	0.2
MV_Act	4.46	290.00	35.00	0.50	4.43	0.85	2.30	9.00	410	13.00	0.28	0.18	0.10	0.2
MV_Test	4.15	262.00	53.00	0.47	3.37	0.84	3.40	12.00	690	25.00	0.37	0.25	0.12	0.1
MT_Ant	6.00	22.53	8.66	0.18	1.46	0.54	0.90	6.70	37.7	1.60	0.26	0.14	0.12	0.5
MT_Act	5.66	195.96	4.10	0.60	10.01	1.84	2.10	4.00	77.00	2.00	0.22	0.10	0.12	1.5
MT_Test	5.46	174.26	7.57	1.15	9.68	1.72	2.90	5.00	122.00	3.00	0.24	0.14	0.11	0.6
ST_Ant	5.00	37.93	13.31	0.22	2.39	0.70	2.80	4.50	114	16.00	0.20	0.10	0.10	2.0
ST_Act	4.83	202.57	13.88	0.25	4.32	0.64	1.80	3.00	122.00	5.00	0.20	0.11	0.09	1.5
ST_Test	5.10	199.00	8.00	0.40	7.47	0.65	1.90	5.00	101.00	3.00	0.23	0.13	0.10	0.8

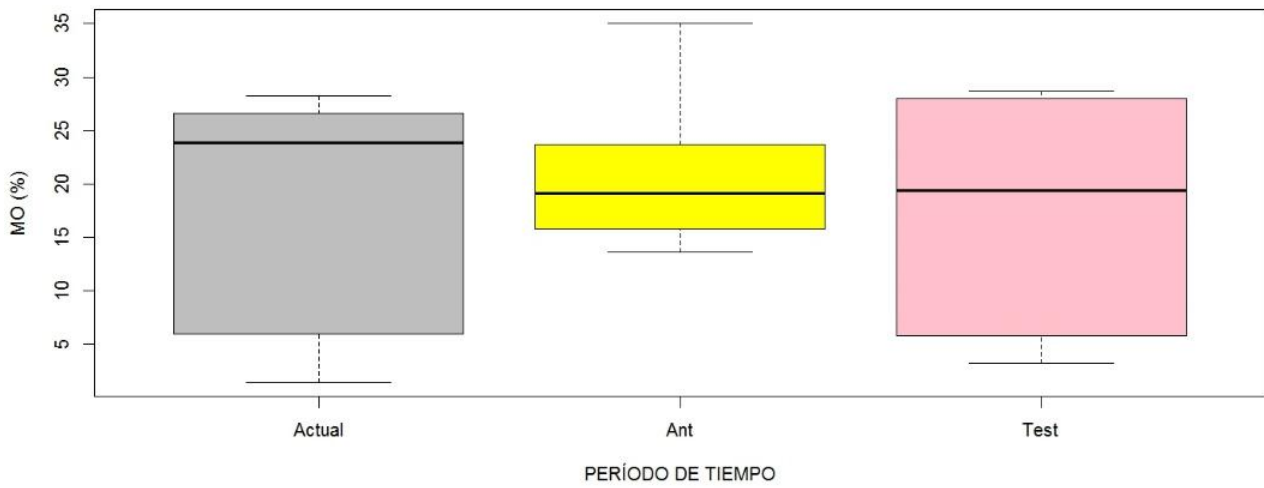
**Anexo 2: Diagramas de Caja de Parámetros no Significantes**



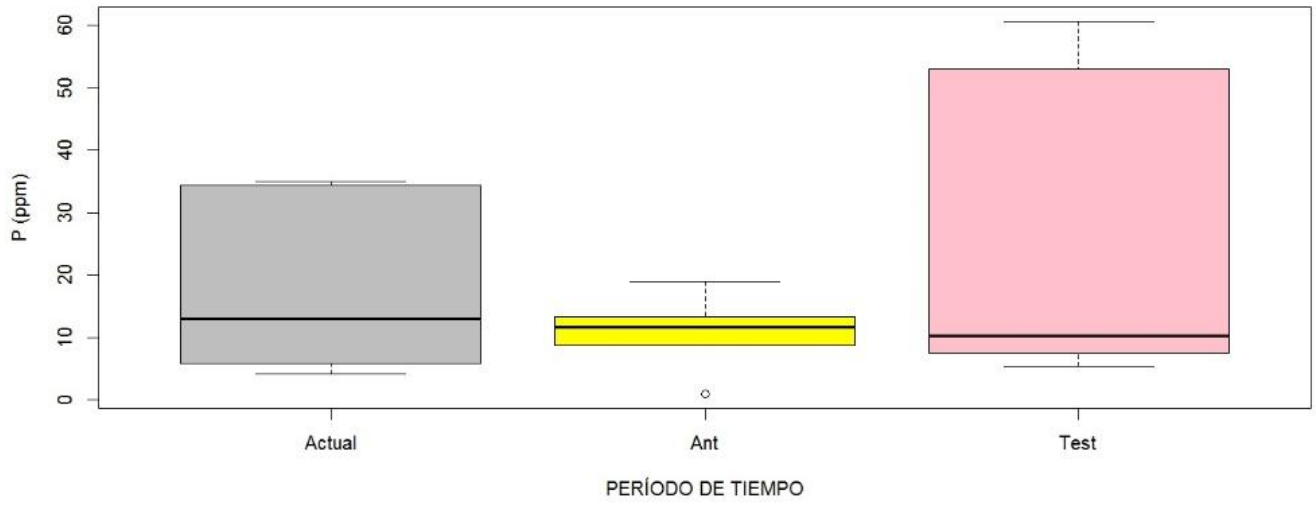
**Figura 13:** Diagrama de caja del pH



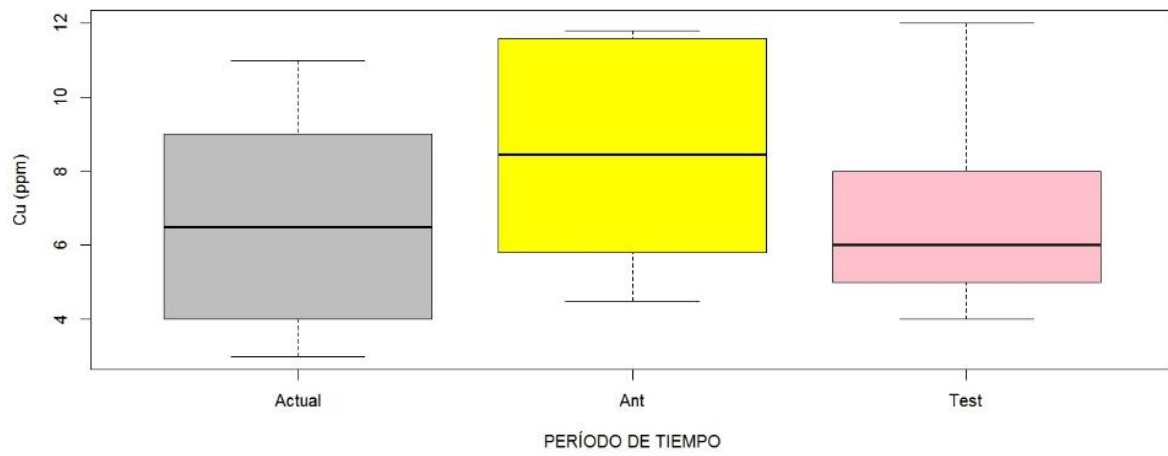
**Figura 14:** Diagrama de caja del hierro



**Figura 15:** Diagrama de caja de la materia orgánica



**Figura 16:** Diagrama de caja del fósforo



**Figura 17:** Diagrama de caja del cobre

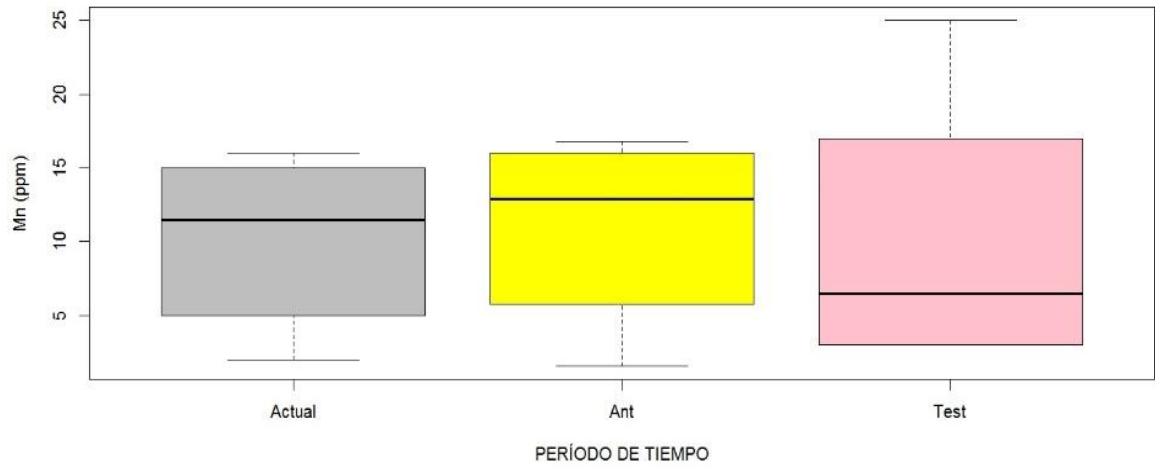


Figura 18: Diagrama de caja del manganeso

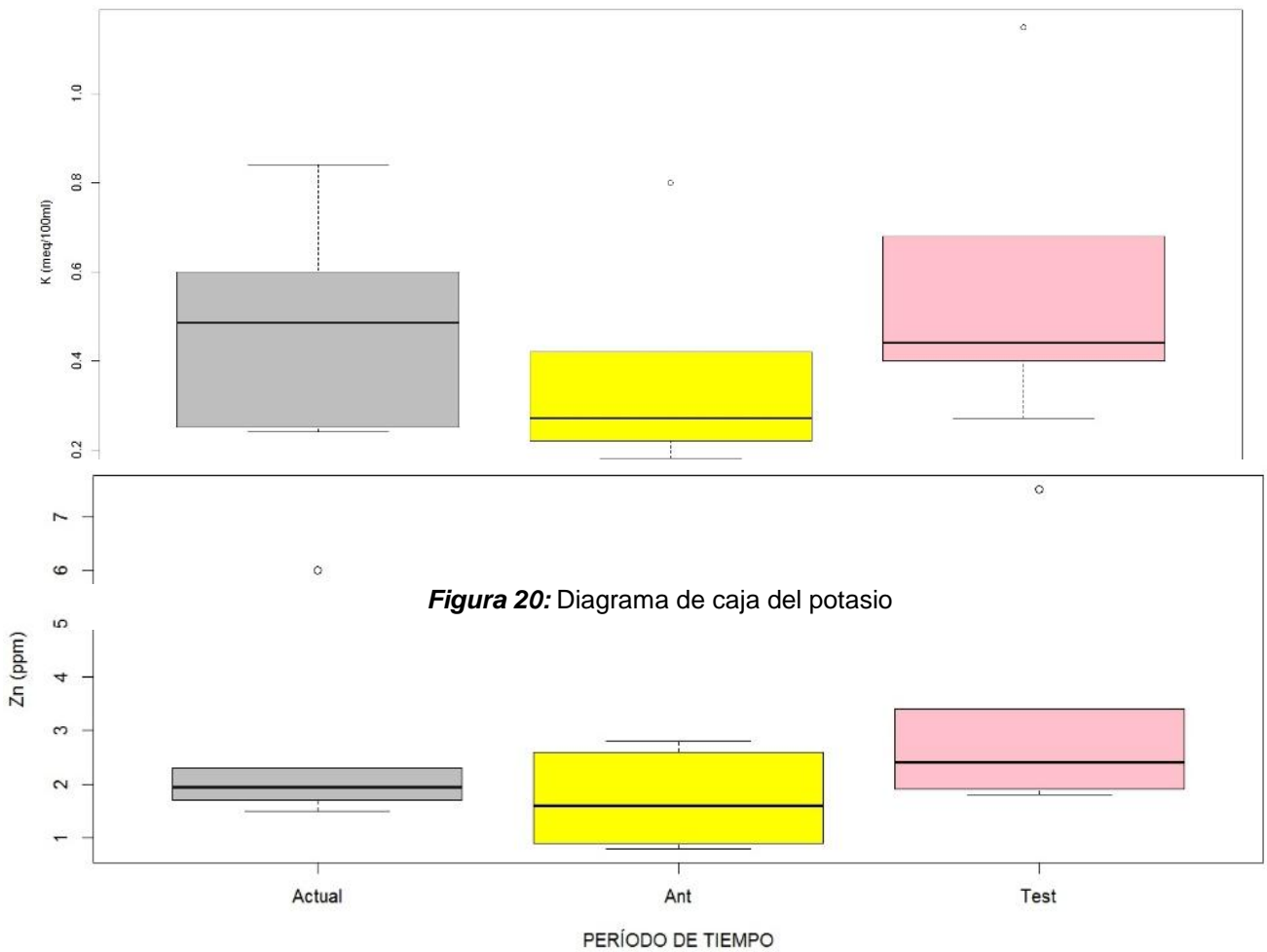
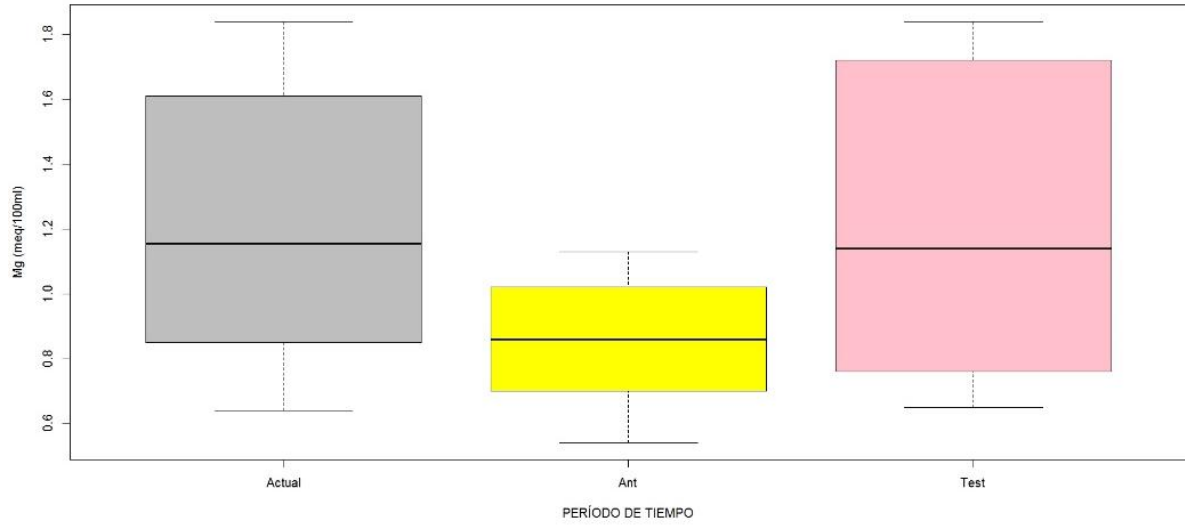
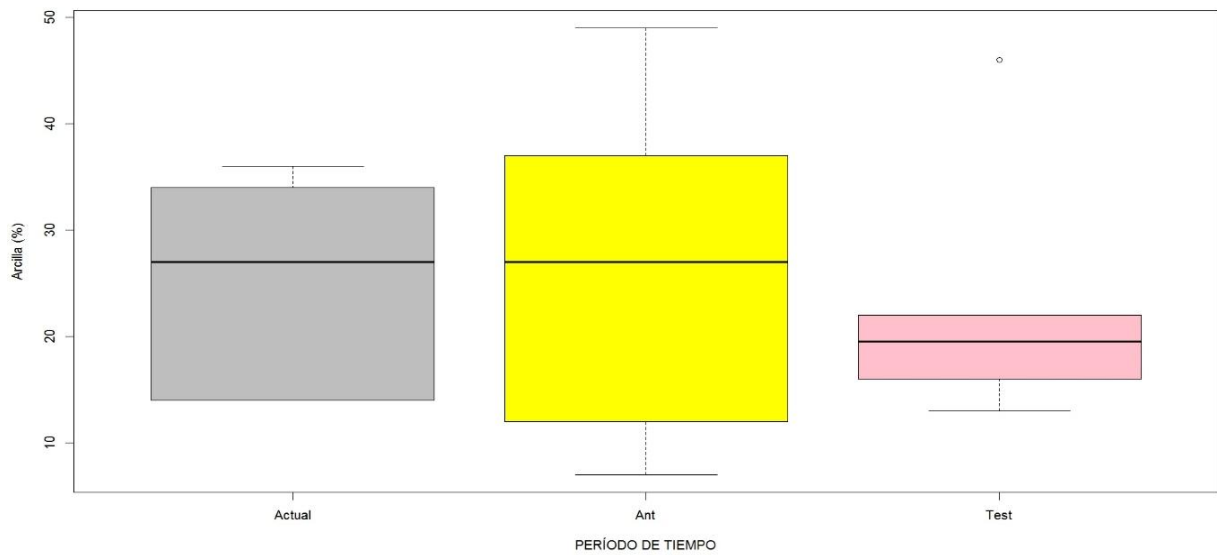


Figura 20: Diagrama de caja del potasio

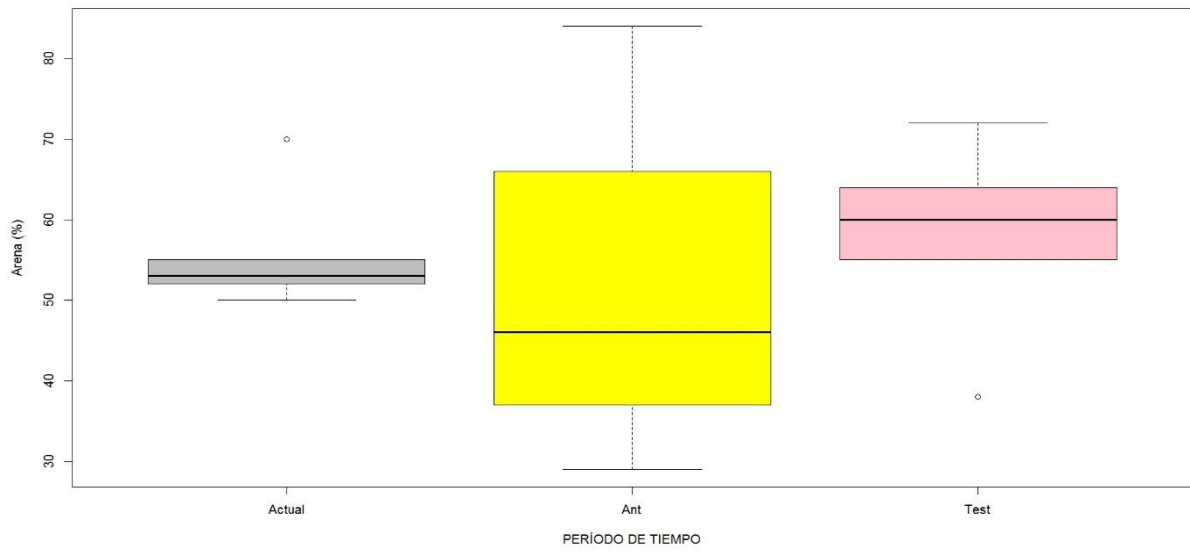
Figura 19: Diagrama de caja del zinc



**Figura 21:** Diagrama de caja del magnesio

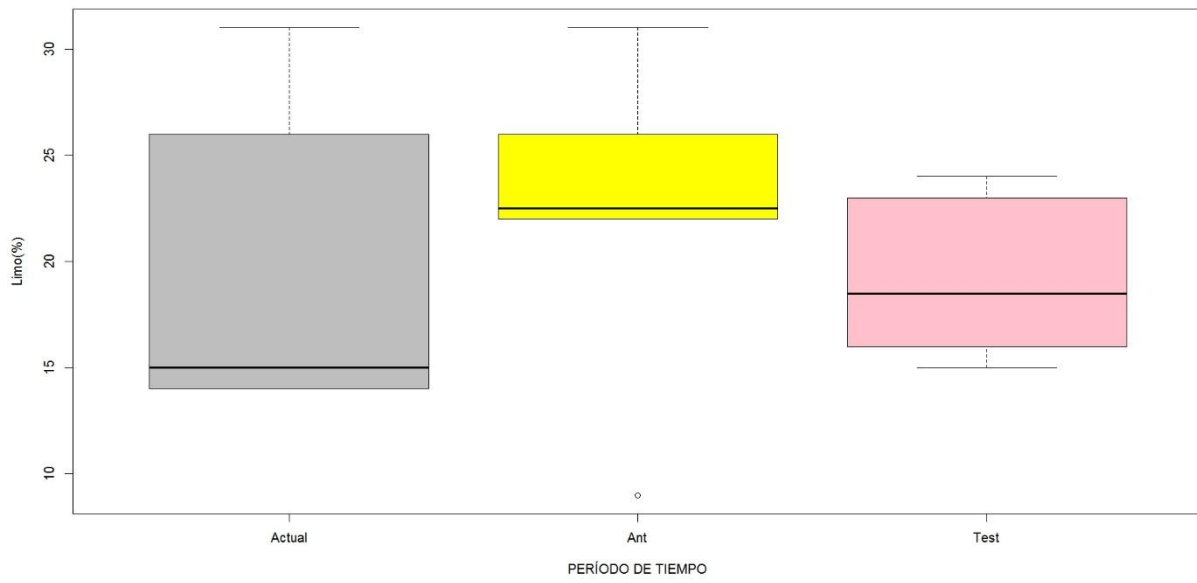


**Figura 22:** Diagrama de caja de la arcilla

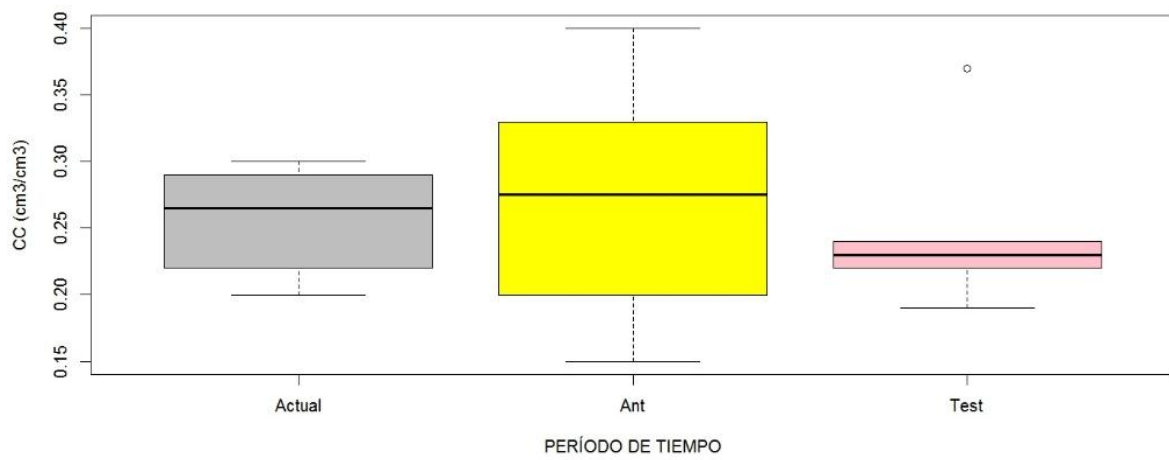


**Figura 23:** Diagrama de caja de la arena

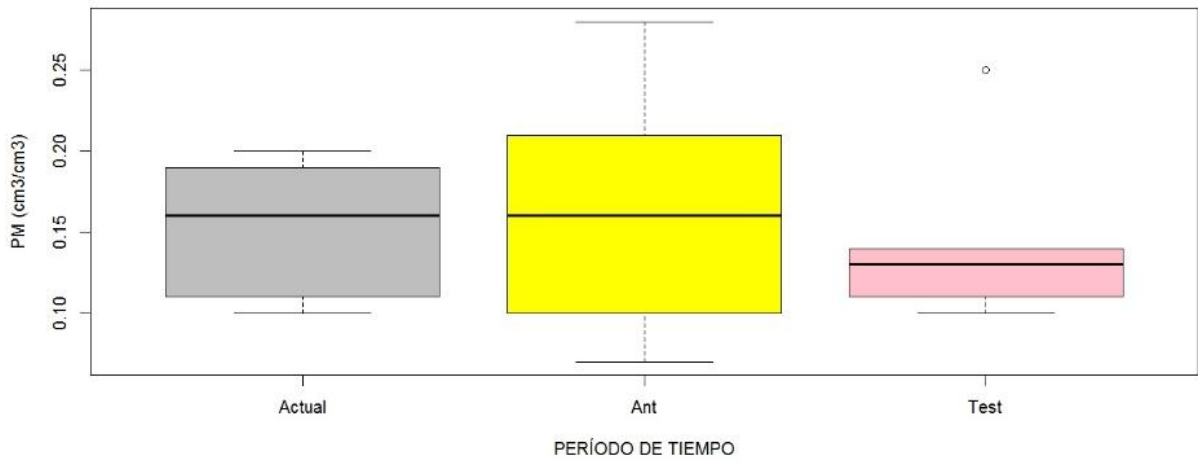




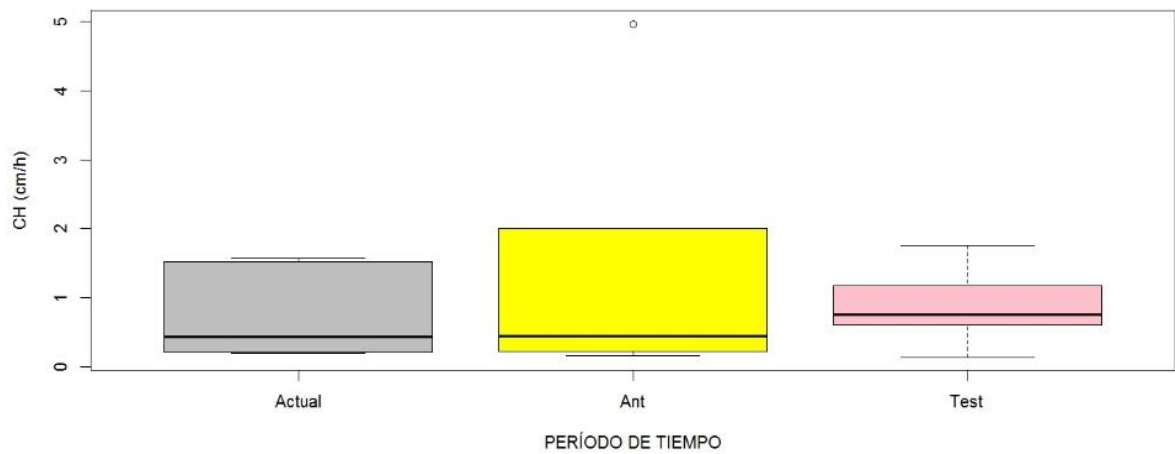
**Figura 24:** Diagrama de caja del limo



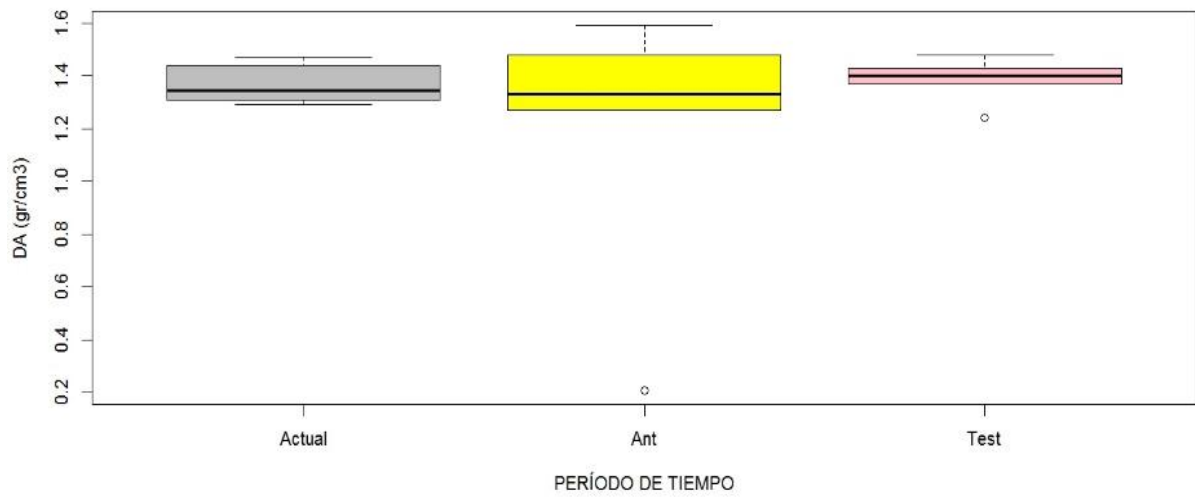
**Figura 25:** Diagrama de caja de la capacidad de campo



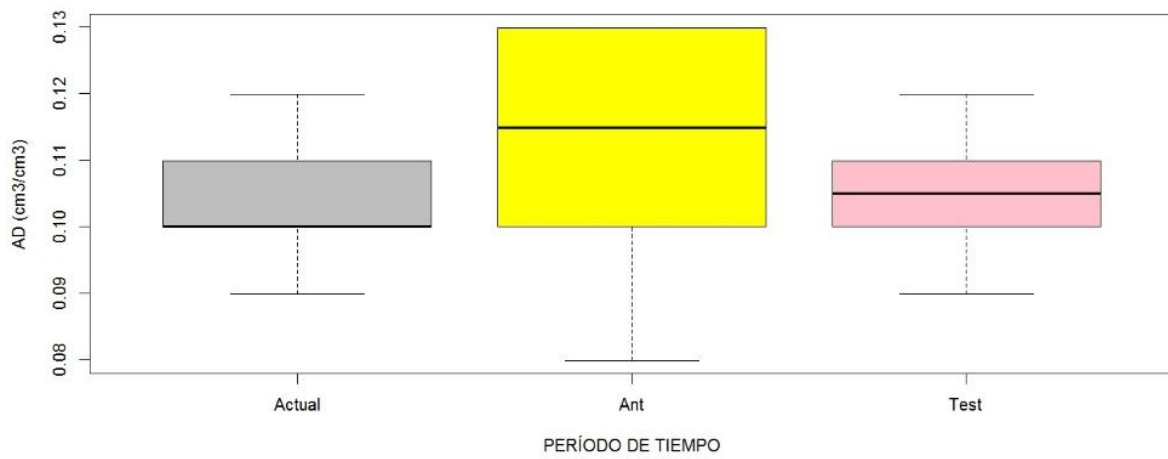
**Figura 26:** Diagrama de caja del punto de marchitez



**Figura 27:** Diagrama de caja de la conductividad hidráulica



**Figura 28:** Diagrama de caja del agua disponible



**Figura 29:** Diagrama de caja de la densidad aparente



Anexo 3

**Tabla 17:**  
Test ANOVA

Resultados -

	ACT	ANT	TEST	PROMEDIO
Ca	6.80	3.16	6.60	5.52
Cu	6.70	8.40	6.80	7.30
Mg	1.20	0.85	1.20	1.08
Mn	10.00	6.00	9.00	8.33
MO	18.00	21.00	17.00	18.67
PH	4.81	5.05	4.79	4.88
ARENA	55.00	51.00	58.00	54.67
ARCILLA	25.00	26.00	22.00	24.33
LIMO	19.00	22.00	19.00	20.00
AD	0.10	0.11	0.10	0.10
CC	0.25	0.27	0.24	0.25
PM	0.15	0.16	0.14	0.15

**Tabla 18:** Resultados – Kruskal Wallis

	ACT	ANT	TEST	PROMEDIO
CE	0.16	0.10	0.26	0.17
N	217.00	25.00	197.00	146.33
P	13.00	12.00	10.00	11.67
FE	172.00	114.00	276.00	187.33
K	0.48	0.27	0.44	0.40
ZN	1.95	1.60	2.40	1.98
CH	0.43	0.44	0.76	0.54
DA	1.30	1.33	1.44	1.36

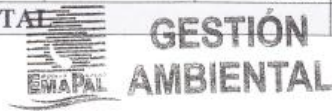


**Anexo 4**

**3.2. Compromisos de la EMAPAL EP**

- a. Delegar al personal técnico de la Sección Ambiental para que a nombre y en representación de la EMAPAL EP, implemente y monitoree el presente Acuerdo Recíproco por Agua (ARA) en el propio territorio.
- b. Ejecución de los rubros según se plantea en el siguiente cuadro:

PRESUPUESTO POR CONVENIO ARA SR. SEGUNDO TACURI						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	RESPONSABLE	
<b>ESTABLECIMIENTO DE PASTO - 4000 m2</b>					EMAPAL EP	PROPIETARIO
Ecoabonaza	Saco	70	9.6	672		
<b>MANEJO SANITARIO</b>						
Establecimiento de calendario sanitario	Unidad	1	100.00	100.00		
Kit veterinario (Desparasitación y vitaminas)	Dosis	20	62.50	1250.00		
<b>PROTECCION DE ZONAS DE BOSQUE 540 metros lineales</b>						
Postes de concreto 2,50 m	Unidad	11	9.50	104.50		
Postes de madera	Unidad	70	2.00	140.00		
Grapas	Libra	5	1.00	5.00		
Alambre de púa	Rollo	1	50.00	50.00		
Plantas Nativas	Unidad	1500	0.28	420.00		
<b>MANEJO TECNICO</b>						
Análisis de suelos	Análisis	5	35.00	175.00		
<b>Bienes de beneficio común</b>						
Manguera de 1" 72 psi	Rollo	1	51.00	51.00		
<b>TOTAL</b>				<b>2295.50</b>		




Handwritten signature or mark.

**Figura 30:** Insumos agrícolas dotados por EMAPAL



Anexo 5: Entrevistas realizadas a los afiliados a ARA

  
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL

La presente entrevista está dirigida a las personas afiliadas a los “Acuerdos Recíprocos por Agua”, para obtención de información de antecedentes de uso y estado actual de los terrenos tratados con enmiendas agrícolas.

Nombre: Manuel Tarlango Firma: Manuel Tarlango  
Fecha: 13-02-2017

1. Inclinación del terreno  
15%
2. ¿Cuántos años está cultivado con pasto?  
10-12 años
3. ¿Qué uso tenía el terreno antes de cultivar pasto?  
Papas
4. Manejo del suelo antes de firmar el convenio  
Gallinaza
5. Mejoras observadas en el pasto, luego de aplicar las enmiendas  
Mayor crecimiento del pasto
6. Altura anterior (sin enmiendas agrícolas) y altura actual del pasto (luego de aplicar las enmiendas agrícolas).  
Altura anterior: 20 cm  
Altura actual: 80cm
7. Cantidad de cabezas de ganado ubicado en el terreno tratado  
20 cabezas



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
desde 1867

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL

La presente entrevista está dirigida a las personas afiliadas a los "Acuerdos Recíprocos por Agua", para obtención de información de antecedentes de uso y estado actual de los terrenos tratados con enmiendas agrícolas.

Nombre: Segundo Tacuri

Firma: [Firma manuscrita]

Fecha: 03-02-2017

1. Inclinación del terreno  
30%
2. ¿Cuántos años está cultivado con pasto?  
15 años
3. ¿Qué uso tenía el terreno antes de cultivar pasto?  
Pajonal.
4. Manejo del suelo antes de firmar el convenio  
Ninguno.
5. Mejoras observadas en el pasto, luego de aplicar las enmiendas  
Pasto crece más alto y estrecho
6. Altura anterior (sin enmiendas agrícolas) y altura actual del pasto (luego de aplicar las enmiendas agrícolas).  
Altura anterior: 20cm  
Altura actual: 60-70cm
7. Cantidad de cabezas de ganado ubicado en el terreno tratado  
25



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
desde 1867

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL

La presente entrevista está dirigida a las personas afiliadas a los "Acuerdos Recíprocos por Agua", para obtención de información de antecedentes de uso y estado actual de los terrenos tratados con enmiendas agrícolas.

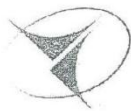
Nombre: David Minchala

Firma: David Minchala

Fecha: 21-02-2011

1. Inclinación del terreno  
35%
2. ¿Cuántos años está cultivado con pasto?  
dos años
3. ¿Qué uso tenía el terreno antes de cultivar pasto?  
Bosque de pino
4. Manejo del suelo antes de firmar el convenio  
Yaramil, gallinaza
5. Mejoras observadas en el pasto, luego de aplicar las enmiendas  
Mejora del pasto y mejor producción de leche
6. Altura anterior (sin enmiendas agrícolas) y altura actual del pasto (luego de aplicar las enmiendas agrícolas).  
Altura anterior: 40cm  
Altura actual: 70cm
7. Cantidad de cabezas de ganado ubicado en el terreno tratado  
20





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
founded 1867

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL

La presente entrevista está dirigida a las personas afiliadas a los "Acuerdos Recíprocos por Agua", para obtención de información de antecedentes de uso y estado actual de los terrenos tratados con enmiendas agrícolas.

Nombre:  Sr. Fidel Vazg

Firma:  [Signature]

Fecha:  02-02-2017

1. Inclinación del terreno  
 25%
2. ¿Cuántos años está cultivado con pasto?  
 10 años
3. ¿Qué uso tenía el terreno antes de cultivar pasto?  
 Bosque de pino
4. Manejo del suelo antes de firmar el convenio  
 gallinaza
5. Mejoras observadas en el pasto, luego de aplicar las enmiendas  
 Crecimiento uniforme del pasto
6. Altura anterior (sin enmiendas agrícolas) y altura actual del pasto (luego de aplicar las enmiendas agrícolas).  
Altura anterior:  60cm   
Altura actual:  1,10m
7. Cantidad de cabezas de ganado ubicado en el terreno tratado  
 18 cabezas de ganado



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
founded 1867

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL

La presente entrevista está dirigida a las personas afiliadas a los "Acuerdos Recíprocos por Agua", para obtención de información de antecedentes de uso y estado actual de los terrenos tratados con enmiendas agrícolas.

Nombre: Sr. David Vega

Firma: [Handwritten Signature]

Fecha: 23-02-2017

1. Inclinación del terreno  
40 %
2. ¿Cuántos años está cultivado con pasto?  
2 años
3. ¿Qué uso tenía el terreno antes de cultivar pasto?  
Cultivo de papas
4. Manejo del suelo antes de firmar el convenio  
10-30-10
5. Mejoras observadas en el pasto, luego de aplicar las enmiendas  
Ninguna porque antes era cultivo
6. Altura anterior (sin enmiendas agrícolas) y altura actual del pasto (luego de aplicar las enmiendas agrícolas).  
Altura anterior: —  
Altura actual: 50 cm
7. Cantidad de cabezas de ganado ubicado en el terreno tratado  
15 cabezas de ganado



La presente entrevista:  
Recíprocos por Agua  
estado actual de los t

Nombre: Sr. Mesías

Fecha: 27-02-20

1. Inclinación del t  
15°/1

2. ¿Cuántos años  
2 años

3. ¿Qué uso tenía  
Pajonal

4. Manejo del suelo  
Gallinazo

5. Mejoras observadas  
Mayor cosecha

6. Altura anterior (antes de aplicar las enmiendas)

Altura anterior: \_\_\_\_\_  
Altura actual: \_\_\_\_\_


7. Cantidad de cabezas  
10 cabezas









Anexo 6: Resultados de Análisis de Suelo Anteriores

		<b>ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161															
<b>INFORME DE ANALISIS DE SUELOS</b>																	
<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>				<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>						<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>							
Nombre : Manuel Toclongo				Nombre :						Fecha Muestreo : 06/08/2014							
Dirección :				Provincia : CAÑAR						Fecha Ingreso : 06/08/2014							
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : TADAY						Fecha Emisión : 29/08/2014							
Teléfono : N/E				Ubicación : Sector Nudpud						Cultivo Actual : PASTO							
Técnico: : EMAPAL E.P				Longitud :													
N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100mL		Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
			N	P		K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases				
2133	muestra 1	6.0 LAc	22.53 B	8.66 B	0.18 B	1.46 M	0.54 M	0.9 B	6.7 A	37.7 M	1.6 B	2.18	2.70 M	3.00 M	11.11 M		

		<b>ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161														
<b>INFORME DE ANALISIS DE SUELOS</b>																
<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>				<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>						<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>						
Nombre : Manuel Toclongo				Nombre :						Fecha Muestreo : 06/08/2014						
Dirección :				Provincia : CAÑAR						Fecha Ingreso : 06/08/2014						
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : TADAY						Fecha Emisión : 29/08/2014						
Teléfono : N/E				Ubicación : Sector Nudpud						Cultivo Actual : PASTO						
Técnico: : EMAPAL E.P				Longitud :												
N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL		dS/m	%	M.O.
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	
2133	muestra 1	46	31	23	Franco	0.26	0.47	0.14	0.12	0.59	1.35			0.07 NS	15.72 A	





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	Segundo Tacuri			Nombre :	Mirapamba			Fecha Muestreo :	19/08/2014		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	20/08/2014		
Ciudad :	CAÑAR			Parroquia :	N/E			Fecha Emisión :	12/09/2014		
Teléfono :	240069	Correo-e :	N/E	Ubicación :	Mirapamba			Cultivo Actual :	PASTO		
Técnico :	EMAPAL			Latitud :							
								Longitud:			

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100ml	Ca/Mg	Mg/K	(Ca)
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases				
2153	MUESTRA 1	5.0 MAc RC	37.93 M	13.31 M	0.22 M	2.39 M	0.70 A		2.8 B	4.5 A	113.5 A	16.0 A	3.32	3.41 M	3.18 M	14



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	Segundo Tacuri			Nombre :	Mirapamba			Fecha Muestreo :	19/08/2014		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	20/08/2014		
Ciudad :	CAÑAR			Parroquia :	N/E			Fecha Emisión :	12/09/2014		
Teléfono :	240069	Correo-e :	N/E	Ubicación :	Mirapamba			Cultivo Actual :	PASTO		
Técnico :	EMAPAL			Latitud :							
								Longitud:			

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h	gr/cm <sup>3</sup>	meq/100mL			dS/m	%
		Arena	Limo	Árcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.
2153	MUESTRA 1	66	22	12	Franco-Arenoso	0.20	0.42	0.10	0.10	2.01	1.48				0.09 NS	35.0





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : Minchala David				Nombre :				Fecha Muestreo : 18/11/2014			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 18/11/2014			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : N/E				Fecha Emisión : 21/11/2014			
Teléfono : N/E				Ubicación : Zona de la Guapán				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : EMAPAL				Latitud :				Longitud:			
Correo-e : N/E											

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100mL			
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	
2330	Muestra 1	4.8 MAc RC	29.60 B	18.94 M	0.42 A	5.26 A	1.02 A	2.6 B	11.6 A	269.0 A	16.8 A	6.70	5.16 A	2.43 B	14.95 M	



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : Minchala David				Nombre :				Fecha Muestreo : 18/11/2014			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 18/11/2014			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : N/E				Fecha Emisión : 21/11/2014			
Teléfono : N/E				Ubicación : Zona de la Guapán				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : EMAPAL				Latitud :				Longitud:			
Correo-e : N/E											

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL			dS/m		%	
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.		
2330	Muestra 1	29	22	49	Arcilloso	0.40	0.53	0.28	0.13	0.16	1.21				0.21 NS	13.57	A	





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	Fidel Vega			Nombre :				Fecha Muestreo :	14/11/2014		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	14/11/2014		
Ciudad :	AZOGUES			Parroquia :	N/E			Fecha Emisión :	21/11/2014		
Teléfono :	N/E			Ubicación :	Mirapamba/ Parte de la guapán			Cultivo Actual :	PASTO		
Técnico :	EMAPAL			Latitud :							
			Correo-e :	N/E							
							Longitud:				

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100mL			
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	
2331	Muestra 2	4.9 MAc RC	25.60 B	1.01 B	0.31 M	4.47 A	1.13 A	1.6 B	10.2 A	289.0 A	14.5 M	5.91	3.99 M	3.61 M	18.03 M	



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	Fidel Vega			Nombre :				Fecha Muestreo :	14/11/2014		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	14/11/2014		
Ciudad :	AZOGUES			Parroquia :	N/E			Fecha Emisión :	21/11/2014		
Teléfono :	N/E			Ubicación :	Mirapamba/ Parte de la guapán			Cultivo Actual :	PASTO		
Técnico :	EMAPAL			Latitud :							
			Correo-e :	N/E							
							Longitud:				

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL			dS/m	%
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na		
2331	Muestra 2	37	26	37	Franco-Arcilloso	0.33	0.51	0.21	0.13	0.22	1.27				0.16 NS	18.33 A







**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD								DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : Fideicomiso FONAPA David Vega				Nombre :								Fecha Muestreo : 12/04/2015			
Dirección :				Provincia : CAÑAR								Fecha Ingreso : 15/04/2015			
Ciudad : CAÑAR				Parroquia : CAÑAR								Fecha Emisión : 30/04/2015			
Teléfono : N/E				Ubicación : Mirapamba								Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : EMAPAL EP				Latitud :								Longitud:			

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100mL			
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	
2684	muestra 1	5.0 Ac RC	23.94 B	10.26 M	0.80 A	3.45 A	0.92 A	0.8 B	5.8 A	57.6 A	5.8 M	5.18	3.75 M	1.15 B	5.46 B	



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD								DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : Fideicomiso FONAPA David Vega				Nombre :								Fecha Muestreo : 12/04/2015			
Dirección :				Provincia : CAÑAR								Fecha Ingreso : 15/04/2015			
Ciudad : CAÑAR				Parroquia : CAÑAR								Fecha Emisión : 30/04/2015			
Teléfono : N/E				Ubicación : Mirapamba								Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : EMAPAL EP				Latitud :								Longitud:			

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm <sup>3</sup> /gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL				dS/m	%
		Árena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.		
2684	muestra 1	84	9	7	Arena-Franca	0.15	0.38	0.07	0.08	4.97	1.59				0.10 NS	19.86 A	





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	Manuel Mesias Vega			Nombre :				Fecha Muestreo :	14/12/2014		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	15/12/2014		
Ciudad :	AZOGUES			Parroquia :	N/E			Fecha Emisión :	16/01/2015		
Teléfono :	N/E			Ubicación :	mIRAPAMBA			Cultivo Actual :	PASTO		
Técnico :	EMAPAL E.P			Correo-e :	N/E						
				Latitud :				Longitud :			

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn					
2405	Muestra 1	4.6	19.91	12.91	0.23	1.97	0.80	1.6	11.8	115.2	11.3	3.00	2.46	3.48	12.04	



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	Manuel Mesias Vega			Nombre :				Fecha Muestreo :	14/12/2014		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	15/12/2014		
Ciudad :	AZOGUES			Parroquia :	N/E			Fecha Emisión :	16/01/2015		
Teléfono :	N/E			Ubicación :	mIRAPAMBA			Cultivo Actual :	PASTO		
Técnico :	EMAPAL E.P			Correo-e :	N/E						
				Latitud :				Longitud :			

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm <sup>h</sup> /gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL			dS/m	%		
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na			C.E.	M.O.
2405	Muestra 1	46	23	31	Franco-Arcillo-Arenoso	0.29	0.49	0.18	0.11	0.29	1.31				0.10	NS	23.65	A



Resultados de Análisis de Suelo Actual y Testigo



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : EMAPAL ( MANUEL TOALONGO)				Nombre :				Fecha Muestreo : 10/03/2017			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 13/03/2017			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : GUAPAN				Fecha Emisión : 10/04/2017			
Teléfono : N/E Correo-e : N/E				Ubicación : MIRAPAMBA				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : ING. XAVIER MARTINEZ				Latitud :				Longitud:			

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn					
4815	SIN INTERVENCION	5.4 Ac RC	174.26 A	7.57 B	1.15 A	9.68 A	1.72 M	2.9 B	5.0 M	122.0 A	3.0 B	12.55	5.63 M	1.50 B	9.91 B	
4816	CON INTERVENCION	5.6 MeAc	195.96 A	4.10 B	0.60 A	10.01 A	1.84 M	2.1 B	4.0 M	77.0 A	2.0 B	12.45	5.44 M	3.07 M	19.75 M	



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : EMAPAL ( MANUEL TOALONGO)				Nombre :				Fecha Muestreo : 10/03/2017			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 13/03/2017			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : GUAPAN				Fecha Emisión : 10/04/2017			
Teléfono : N/E Correo-e : N/E				Ubicación : MIRAPAMBA				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : ING. XAVIER MARTINEZ				Latitud :				Longitud:			

N° Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL			dS/m	%	(%)	(%)
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	M.S.	H.
4815	SIN INTERVENCION	55	23	22	Franco-Arcillo-Arenoso	0.24	0.46	0.14	0.11	0.60	1.37				0.28 NS	28.65 A		
4816	CON INTERVENCION	55	31	14	Franco-Arenoso	0.22	0.44	0.10	0.12	1.57	1.44				0.16 NS	26.60 A		







**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



DATOS DEL PROPIETARIO				INFORME DE ANALISIS DE SUELOS												DATOS DE LA MUESTRA		
Nombre : SEGUNDO TACURI EMAPAL - EP (4)				Nombre :												Fecha Muestreo : 08/03/2017		
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : AZEMAPAL (DAVID MINCHALA) Teléfono : N/E Dirección : ING. XAVIER MARTINEZ Ciudad : AZOGUES Teléfono : N/E Correo-e : N/E Técnico : ING. XAVIER MARTINEZ				DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : N/E Ubicación : MIRAPAMBA Provincia : CANAR Parroquia : GUAPAN Ubicación : MIRAPAMBA Latitud : Longitud :												DATOS DE LA MUESTRA Fecha Muestreo : 10/03/2017 Fecha Ingreso : 13/03/2017 Fecha Emisión : 10/04/2017 Cultivo Actual : PASTO		
Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K			
4786	SIN INTERVENCION	5.1	Ac	RC	199.00	A	8.00	B	0.40	M	7.47	M	0.65	B				
4787	CON INTERVENCION	4.8	MAc	RC	202.57	A	8.88	M	0.25	M	10.64	B	1.8	B	3.0			
4811	SIN INTERVENCION	4.5	MAc	RC	194.85	A	12.62	M	0.27	M	2.75	B	0.76	B				
4812	CON INTERVENCION	4.5	MAc	RC	239.71	A	11.99	M	0.47	A	6.92	M	1.10	M				



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



DATOS DEL PROPIETARIO				INFORME DE ANALISIS DE SUELOS												DATOS DE LA MUESTRA		
Nombre : SEGUNDO TACURI EMAPAL - EP (4)				Nombre :												Fecha Muestreo : 08/03/2017		
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : AZEMAPAL (DAVID MINCHALA) Teléfono : N/E Dirección : ING. XAVIER MARTINEZ Ciudad : AZOGUES Teléfono : N/E Correo-e : N/E Técnico : ING. XAVIER MARTINEZ				DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : N/E Ubicación : MIRAPAMBA Provincia : CANAR Parroquia : GUAPAN Ubicación : MIRAPAMBA Latitud : Longitud :												DATOS DE LA MUESTRA Fecha Muestreo : 10/03/2017 Fecha Ingreso : 13/03/2017 Fecha Emisión : 10/04/2017 Cultivo Actual : PASTO		
Nº Laborat.	Identificación	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	AI+H	AI	Na	C.E.	M.O.	M.S.	H.
4786	SIN INTERVENCION	60	9		Franco-Arcillo-Arenoso	0.23	0.44	0.11	0.11	1.18	1.43				0.16	NS	20.75	A
4811	SIN INTERVENCION	60	24	16	Franco-Arenoso	0.22	0.44	0.11	0.11	1.18	1.43				0.16	NS	20.75	A
4812	CON INTERVENCION	50	14	36	Franco-Arcillo-Arenoso	0.30	0.49	0.20	0.10	0.19	1.29				0.51	NS	24.67	A





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : EMAPAL ( FIDEL VEGA)				Nombre :				Fecha Muestreo : 10/03/2017			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 13/03/2017			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : GUAPAN				Fecha Emisión : 10/04/2017			
Teléfono : N/E Correo-e : N/E				Ubicación : MIRAPAMBA				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : ING. XAVIER MARTINEZ				Latitud :				Longitud:			

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100ml			
			N	P		K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
4813	SIN INTERVENCION	4.6	209.19 A	60.57 A	0.41 A	8.85 A	1.44 M	7.5 M	7.0 M	212.0 A	9.0 M	10.70	6.15 M	3.51 M	25.10 M	
4814	CON INTERVENCION	4.5	233.09 A	34.38 A	0.84 A	5.58 M	1.21 M	6.0 M	11.0 A	400.0 A	16.0 A	7.63	4.61 M	1.44 B	8.08 B	



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : EMAPAL ( FIDEL VEGA)				Nombre :				Fecha Muestreo : 10/03/2017			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 13/03/2017			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : GUAPAN				Fecha Emisión : 10/04/2017			
Teléfono : N/E Correo-e : N/E				Ubicación : MIRAPAMBA				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: : ING. XAVIER MARTINEZ				Latitud :				Longitud:			

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL		dS/m	%	(%)	(%)
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	M.S.
4813	SIN INTERVENCION	72	15	13	Franco-Arenoso	0.19	0.42	0.10	0.09	1.75	1.48			0.67 NS	27.95 A		
4814	CON INTERVENCION	52	14	34	Franco-Arcillo-Arenoso	0.29	0.49	0.19	0.10	0.21	1.31			0.19 NS	28.25 A		



Universidad de Cuenca





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	FONAPA (ING. XAVIER MARTINEZ -10)			Nombre :				Fecha Muestreo :	23/11/2016		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	25/11/2016		
Ciudad :	AZOGUES			Parroquia :	GUAPAN			Fecha Emisión :	09/12/2016		
Teléfono :	N/E			Ubicación :	N/E			Cultivo Actual :	SUELO SIERRA		
Técnico :	ING. XAVIER MARTINEZ			Latitud :							
				Longitud:							

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	MAC RC	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100mL		
				N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
4304	MARCELO ESPINOZA / MIRA	4.2	MAC RC	98.70 A	15.55 M	0.39 M	3.45 B	0.87 B	3.3 B	11.0 A	287.0 A	14.0 A	4.71	3.97 M	2.23 B	11.08 B
4305	ROSENDO TACURI / MIRAPA	4.4	MAC RC	163.57 A	15.55 M	0.34 M	3.57 B	0.98 B	2.3 B	5.0 M	520.0 A	17.0 A	4.89	3.64 M	2.88 M	13.38 M
4306	NARCISA REINOSO / NINGUN	4.3	MAC RC	199.85 A	25.81 A	0.73 A	5.65 M	1.23 M	4.2 M	8.0 M	490.0 A	24.0 A	7.61	4.59 M	1.68 B	9.42 B
4307	NARCISA REINOSO / FERTIL	4.3	MAC RC	151.77 A	22.19 A	0.38 M	4.40 M	0.94 B	2.1 B	12.0 A	440.0 A	21.0 A	5.72	4.68 M	2.47 B	14.05 M
4308	JOSE TENELEMA / FERTILIZA	4.7	MAC RC	76.93 A	16.76 M	0.33 M	6.97 M	1.29 M	1.4 B	4.0 M	68.0 A	7.0 M	8.59	5.40 M	3.91 M	25.03 M
4309	JOSE TENELEMA / NINGUNO	5.1	Ac RC	77.38 A	2.88 B	0.55 A	6.64 M	1.17 M	1.4 B	5.0 M	75.0 A	9.0 M	8.36	5.68 M	2.13 B	14.20 M
4310	DAVID VEGA / FERTILIZANTE	4.8	MAC RC	43.81 A	5.89 B	0.24 M	9.27 A	1.61 M	1.5 B	6.0 M	97.0 A	15.0 A	11.12	5.76 M	6.71 M	45.33 M
4311	DAVID VEGA / NINGUNO	4.9	MAC RC	84.64 A	5.29 B	0.68 A	7.23 M	1.84 M	1.9 B	8.0 M	340.0 A	17.0 A	9.75	3.93 M	2.71 M	13.34 M



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	FONAPA (ING. XAVIER MARTINEZ -10)			Nombre :				Fecha Muestreo :	23/11/2016		
Dirección :				Provincia :	CAÑAR			Fecha Ingreso :	25/11/2016		
Ciudad :	AZOGUES			Parroquia :	GUAPAN			Fecha Emisión :	09/12/2016		
Teléfono :	N/E			Ubicación :	N/E			Cultivo Actual :	SUELO SIERRA		
Técnico :	ING. XAVIER MARTINEZ			Latitud :							
				Longitud:							

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h		gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL			dS/m		%		M.S.	
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	(%)	(%)	M.S.	H.		
4304	MARCELO ESPINOZA / MIRA	61	19	20	Franco-Arcillo-Arenoso	0.23	0.45	0.13	0.10	0.72	1.40						0.11	NS	3.50	M		
4305	ROSENDO TACURI / MIRAPA	46	34	20	Franco	0.25	0.46	0.13	0.13	0.82	1.37						0.08	NS	6.00	A		
4306	NARCISA REINOSO / NINGUN	44	24	32	Franco-Arcilloso	0.30	0.49	0.18	0.12	0.27	1.30						0.50	NS	3.50	M		
4307	NARCISA REINOSO / FERTIL	44	20	36	Franco-Arcilloso	0.31	0.50	0.20	0.11	0.21	1.28						0.14	NS	4.50	M		
4308	JOSE TENELEMA / FERTILIZ	80	12	8	Arena-Franca	0.16	0.39	0.08	0.09	4.00	1.56						0.11	NS	3.10	B		
4309	JOSE TENELEMA / NINGUNC	75	19	6	Franco-Arenoso	0.17	0.38	0.07	0.10	5.20	1.60						0.10	NS	4.00	M		
4310	DAVID VEGA / FERTILIZANTE	52	26	22	Franco-Arcillo-Arenoso	0.25	0.47	0.14	0.11	0.62	1.37						0.13	NS	1.40	B		
4311	DAVID VEGA / NINGUNO	64	16	20	Franco-Arcillo-Arenoso	0.23	0.45	0.13	0.10	0.70	1.40						0.24	NS	3.20	M		





**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : MESIAS VEGA EMAPAL - EP (4)				Nombre :				Fecha Muestreo : 08/03/2017			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 09/03/2017			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : N/E				Fecha Emisión : 10/04/2017			
Teléfono : N/E				Ubicación : MIRAPAMBA				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: :				Latitud :				Longitud:			
Correo-e : N/E											

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100mL			ppm				meq/100ml			
			N	P		K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
4784	SIN INTERVENCION	4.1	262.00 A	53.00A	0.47 A	3.37 B	0.84 B	3.4 B	12.0 A	690.0 A	25.0 A	4.68	4.01 M	1.79 B	8.96 B	
4785	CON INTERVENCION	4.4	290.00 A	35.00A	0.50 A	4.43 M	0.85 B	2.3 B	9.0 M	410.0 A	13.0 A	5.78	5.21 M	1.70 B	10.56 B	



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre : MESIAS VEGA EMAPAL - EP (4)				Nombre :				Fecha Muestreo : 08/03/2017			
Dirección :				Provincia : CAÑAR				Fecha Ingreso : 09/03/2017			
Ciudad : AZOGUES				Parroquia : N/E				Fecha Emisión : 10/04/2017			
Teléfono : N/E				Ubicación : MIRAPAMBA				Cultivo Actual : PASTO			
Técnico: :				Latitud :				Longitud:			
Correo-e : N/E											

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>				cm/h gr/cm <sup>3</sup>		meq/100mL		dS/m	%	(%)	(%)
		Arena	Limo	Arcilla		C.C.	Sat.	P.M.	A.D.	C.H.	D.A.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	M.S.
4784	SIN INTERVENCION	38	16	46	Arcilloso	0.37	0.52	0.25	0.12	0.14	1.24			0.60 NS	5.75 A		
4785	CON INTERVENCION	54	14	32	Franco-Arcillo-Arenoso	0.28	0.48	0.18	0.10	0.24	1.32			0.15 NS	5.96 A		