



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO, DESPUÉS DE LA INCORPORACIÓN DE ABONO VERDE AVENA (*Avena sativa* L) CON TRES ENMIENDAS QUÍMICAS EN EL SECTOR SALACHE, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:
Guamani Oña Alex Dario

Tutora:
López Castillo Guadalupe de las Mercedes Ing. Mg.

**LATACUNGA-ECUADOR
Agosto 2021**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Alex Dario Guamani Oña, con cédula de ciudadanía No. 055020808-6, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: Evaluación de las propiedades químicas y físicas del suelo, después de la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021, siendo la Ingeniera. Mg Guadalupe de las Mercedes López Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Alex Dario Guamani Oña

Estudiante

CC: 0550208086

Ing. Mg. Guadalupe López Castillo

Docente Tutora

CC: 1801902907

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GUAMANI OÑA ALEX DARIO**, identificado con cédula de ciudadanía 0550208086, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Evaluación de las propiedades químicas y físicas del suelo, después de la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de Mayo del 2021

Tutor. - Ing. Mg. López Castillo Guadalupe de las Mercedes

Tema: “Evaluación de las propiedades químicas y físicas del suelo, después de la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de

investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad Latacunga, a los 12 días del mes de agosto del 2021

Alex Darío Guamani Oña
EI CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“ EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO, DESPUÉS DE LA INCORPORACIÓN DE ABONO VERDE AVENA (*Avena sativa* L) CON TRES ENMIENDAS QUÍMICAS EN EL SECTOR SALACHE, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021”, de Guamani Oña Alex Dario, de la carrera de Ingeniería Agronómica considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

DOCENTE TUTORA

CC: 1801902907

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Guamani Oña Alex Dario, con el título del Proyecto de Investigación: “**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO, DESPUÉS DE LA INCORPORACIÓN DE ABONO VERDE AVENA (*Avena sativa* L) CON TRES ENMIENDAS QUÍMICAS EN EL SECTOR SALACHE, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Guido Yauli Chicaiza

CC: 0501604409

Lector 2

Ing. MSc. Richard Molina Alvarez

CC: 1205974627

Lector 3

Ing. MSc. Clever Castillo de la Guerra

CC. 0501715494

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a dios por protegerme durante el transcurso de mi camino y por darme valor y fuerzas para poder superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por acogerme en sus extraordinarias aulas y brindarme una oportunidad más en mi vida para seguir con mis estudios anhelados permitiéndome estudiar y culminar la carrera de Ingeniería Agronómica.

De tal manera la gratitud merecida a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, que me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día más, impartíendome sus conocimientos.

A mi familia que ha sido la motivación para seguir siempre adelante, en especial a mis padres por su constante y profundo apoyo incondicional.

A todas las personas que me rodean, que conocí durante este proceso de aprendizaje amigos(as), compañeros que de una u otra forma estuvieron conmigo en todo momento apoyándome y compartiendo conmigo sus conocimientos y sabiduría en el transcurso de mi carrera.

Alex Dario Guamani Oña

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios por darme la vida, a mi familia quienes con cariño y voluntad han estado dándome el apoyo incondicional el ánimo de seguir y terminar esta carrera con éxito.

En especial el presente proyecto se lo dedico a mis padres que me dieron la vida quienes me guiaron por un buen camino quienes me ayudaron y nunca me dejaron solo. Este trabajo le dedico a mi querida madre Inés Oña y mi querido padre Alejandro Guamani y a mis hermanos ya que ellos estuvieron conmigo en todo momento apoyándome incondicionalmente dándome ánimos, fuerzas para no decaer durante la trayectoria de mi carrera, a mis abuelitos quienes velan por mí y me dan fuerzas para seguir hacia adelante, también a una personita muy especial Lisseth Oña que con sus consejos me dio la valentía y la decisión de seguir estudiando esta carrera ya que con su cariño y amor fue una motivación más para no renunciar mi carrera.

A cada una de las personas mencionados y talvez a quién pase por alto, les dedico este proyecto de investigación con todo mi cariño y afecto ya que sin ustedes no hubiese conseguido esta meta, todos han sido de una u otra manera mi motivación para realizar con pasión este proyecto.

Alex Guamani

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO, DESPUÉS DE LA INCORPORACIÓN DE ABONO VERDE AVENA (*Avena sativa L*) CON TRES ENMIENDAS QUÍMICAS EN EL SECTOR SALACHE, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021”.

AUTOR: Guamani Oña Alex Dario

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad el estudio de las propiedades químicas y físicas del suelo en la Universidad Técnica de Cotopaxi sector Salache (CEYPSA), con una altura de 2800 msnm, esto se evaluó después de la incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021. Se aplicaron tres enmiendas químicas como es el (azufre, urea y sulfato de amonio), luego de la incorporación del abono verde, se aplicó el diseño experimental de bloques completos al azar en un arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones. Los resultados alcanzados en las variables se obtuvo el número de plantas en un promedio de 482,2 plantas, en la variable altura de planta un promedio de 74 cm, en el peso de la biomasa un promedio de 2 kg, en la materia verde un porcentaje de 495g y la variable de materia seca un promedio de 265g. En el análisis químico del suelo realizado, dio a conocer que tenemos un suelo franco arenoso, al inicio tuvimos un pH alto de 10,14 y luego de la incorporación del abono verde con las tres enmiendas químicas en diferentes tratamientos se redujo a un promedio de 9,7 siendo un suelo alcalino, luego de la incorporación del abono verde se obtuvo un 1,98% de materia orgánica. Los nutrientes tuvieron un porcentaje bajo antes de realizar el ensayo, una vez finalizado la investigación los nutrientes subieron considerablemente, el nitrógeno a un promedio de 41%, el fósforo a un 47%, el potasio a un 4%, el calcio a un 16% y el magnesio a un promedio de 2% en todos los tratamientos. Mediante los análisis físicos obtuvimos una densidad aparente de 0,97 Mg*m³, una conductividad hidráulica de 0,98 cm h⁻¹ y una porosidad de 39,72% el cual se logró conocer que tenemos una correcta aireación, una buena retención de agua y no hay tanto problema en la estructura del suelo. Por lo expuesto se recomienda incorporar el abono verde para obtener beneficios como la materia orgánica, nutrientes como el nitrógeno y permitir una buena condición física del suelo.

Palabras claves: enmiendas, pH, materia orgánica, incorporación, análisis

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

TOPIC: " EVALUATION OF THE CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL AFTER THE INCORPORATION OF OAT GREEN MANURE (Avena sativa L) WITH THREE CHEMICAL AMENDMENTS IN THE SALACHE SECTOR, ELOY ALFARO PARISH, LATACUNGA CANTON, COTOPAXI PROVINCE 2021".

AUTHOR: Guamani Oña Alex Dario

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the chemical and physical properties of the soil at the Technical University of Cotopaxi Salache sector (CEYPSA), at an altitude of 2800 meters above sea level, this was evaluated after the incorporation of green manure oats (*Avena sativa* L) with three chemical amendments in the Salache sector, Eloy Alfaro parish, Latacunga canton, Cotopaxi province 2021. Three chemical amendments were applied (sulfur, urea and ammonium sulfate), after the incorporation of the green manure, the experimental design of randomized complete blocks was applied in a 3X3+1 factorial arrangement with 3 replications. The results obtained in the variables were the number of plants in an average of 482.2 plants, in the plant height variable an average of 74 cm, in the biomass weight an average of 2 kg, in the green matter a percentage of 495g and the dry matter variable an average of 265g. The chemical analysis of the soil showed that we have a sandy loam soil, at the beginning we had a high pH of 10.14 and after the incorporation of the green manure with the three chemical amendments in different treatments it was reduced to an average of 9.7 being an alkaline soil, after the incorporation of the green manure we obtained 1.98% of organic matter. Nutrients had a low percentage before the trial, once the research was completed, nutrients increased considerably, nitrogen to an average of 41%, phosphorus to 47%, potassium to 4%, calcium to 16% and magnesium to an average of 2% in all treatments. Through the physical analysis we obtained a bulk density of 0.97 Mg*m³, a hydraulic conductivity of 0.98 cm h⁻¹ and a porosity of 39.72%, which showed that we have a correct aeration, good water retention and there is no problem in the soil structure. Therefore, it is recommended to incorporate green manure to obtain benefits such as organic matter, nutrients such as nitrogen and to allow a good physical condition of the soil.

KEYWORDS: Amendments, pH, Organic matter, Incorporation, Analysis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	5
4.1 Beneficiarios Directos	5
4.2 Beneficiarios Indirectos	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
6. OBJETIVOS.....	7

6.1	Objetivo General	7
6.2	Objetivos Específicos	7
6.3	Actividades y sistemas de tarea en relación a los objetivos planteados.....	8
7.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.	10
7.1	Suelo.....	10
7.2	Propiedades físicas y químicas del suelo	10
7.3	Propiedades físicas del suelo.....	10
7.3.2	Densidad del suelo.	11
7.3.3	Densidad Aparente.....	11
7.3.4	Densidad Real.....	11
7.3.5	Conductividad Hidráulica.....	11
7.4	Estructura del suelo.	12
7.5	Textura del suelo.	12
7.6	Profundidad de suelo.	13
7.7	Color del suelo.	14
7.8	Porosidad del suelo.....	14
7.9	Consistencia del suelo.....	14
7.9.2	Consistencia en seco.	14
7.9.3	Consistencia en húmedo.....	15
7.9.4	Consistencia en mojado.....	15
7.10	Propiedades químicas del suelo.....	15
7.11	Capacidad de Intercambio Catiónico	15
7.12	El pH de suelo.....	15
7.13	Nutrientes para las plantas	16
7.14	Nitrógeno en el suelo.....	16
7.15	El fósforo.....	17
7.16	Potasio	17
7.17	El carbono orgánico del suelo	17

7.18	Abono Verde.....	17
7.19	Avena (Avena sativa L).....	18
7.20	Enmiendas Químicas.....	19
7.21	Azufre (S).....	19
7.21.2	Azufre orgánico.....	19
7.21.3	Azufre inorgánico.....	19
7.22	Sulfato de Amonio (NH ₄).....	20
7.23	Urea (N).....	20
8.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
8.1	Materiales.....	21
8.1.2	Maquinaria y Equipo.....	21
8.1.2	Materiales para campo.....	21
8.2	Características del sitio de investigación.....	22
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	22
10.	HIPÓTESIS.....	22
10.1	H1. La incorporación del abono verde avena (Avena sativa L) con tres enmiendas químicas mejora las propiedades químicas y físicas del suelo.....	22
10.2	H0. La incorporación del abono verde avena (Avena sativa L) con tres enmiendas químicas no mejora las propiedades químicas y físicas del suelo.....	22
11.	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	23
11.1	Variables a evaluar.....	24
11.1.2	Variables dependientes.....	24
11.1.3	Variables Independiente.....	24
11.1.4	Altura de la planta.....	24
11.1.5	Número de plantas.....	24
11.1.6	Porcentaje de biomasa.....	25
11.1.7	Porcentaje de materia seca.....	25

11.1.8	Análisis químicos	25
11.1.9	Densidad aparente	25
11.1.10	Conductividad Hidráulica	26
11.1.11	Porosidad del suelo.....	26
11.2	FACTORES EN ESTUDIO.....	27
11.2.2	Factor A. Enmiendas químicas	27
11.2.2	Factor B. Dosis.....	27
12.	Metodologías/Diseño Experimental.....	27
12.1	Diseño experimental.....	27
12.2	Tratamientos	27
12.3	Análisis Estadístico y Funcional.....	28
12.4	Características de la parcela	28
13.	Metodología	29
13.1	Área de estudio.....	29
13.2	Toma de datos	29
13.3	Preparación del suelo para la Incorporación del abono verde avena (Avena sativa L)	29
13.4	Muestreo del área de estudio.....	29
14.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	30
14.1	Variable Número de plantas para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.....	30
14.2	Variable de altura de la planta para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.....	31
14.3	Variable del peso de la biomasa para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.....	33
14.4	Variable de la materia verde para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.....	34

14.5	Variable de la materia seca para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.....	36
14.6	Interpretación de las Propiedades Químicas del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) de Pastaza.....	38
14.7	Clase Textural del Suelo donde se Realizó el Ensayo.....	39
14.8	Análisis PH y MO Inicial-Final.....	40
14.9	Análisis de los Nutrientes Inicial-Final.....	42
14.10	Enmiendas Químicas.....	43
14.11	Interpretación de las Propiedades Físicas	45
14.12	Densidad Aparente para la evaluación de las propiedades químicas y físicas luego de la incorporación del abono verde (Avena sativa L) con tres enmiendas químicas.....	47
14.13	Conductividad Hidráulica para la evaluación de las propiedades químicas y físicas luego de la incorporación del abono verde (Avena sativa L) con tres enmiendas químicas.....	48
14.14	Porosidad Total del suelo para la evaluación de las propiedades químicas y físicas luego de la incorporación del abono verde (Avena sativa L) con tres enmiendas químicas.....	50
15.	CONCLUSIONES.....	52
16.	RECOMENDACIONES	52
17.	REFERENCIAS	53
18.	ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	8
Tabla 2. Características del sitio de investigación	22
Tabla 3. Operacionalización de Variables.....	23
Tabla 4. Tratamientos del ensayo experimental	27
Tabla 5. Esquema del ADEVA	28
Tabla 6. Características de parcela de investigación.....	28
Tabla 7. ADEVA para la variable del número de plantas.	30
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable Número de plantas.	30
Tabla 9. ADEVA para la Variable altura de la planta.....	31
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para Testigos vs Resto en la variable altura de la planta.....	32
Tabla 11. ADEVA para la Variable peso de biomasa (Kg).....	33
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable peso de biomasa.	33
Tabla 13. ADEVA para la variable de la materia verde (g).....	34
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable de materia verde.	35
Tabla 15. ADEVA para la Variable materia seca (g).....	36
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable de materia seca.	36

Tabla 17. Interpretación inicial y final.....	38
Tabla 18. Clase textural del suelo donde se realizó el ensayo.	39
Tabla 19. Resultados de las características físicas del suelo por repeticiones.	45
Tabla 20. Densidad Aparente por tratamientos.	47
Tabla 21. Conductividad Hidráulica por tratamientos.	48
Tabla 22. Porosidad del suelo por tratamientos.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo de textura de suelos.....	13
Figura 2. Testigo vs Resto en la Variable del Número De Plantas	31
Figura 3. Variable de la altura de la planta.....	32
Figura 4. Variable del peso de biomasa.	34
Figura 5. Variable de la materia verde.....	35
Figura 6. Variable de la materia seca.....	37
Figura 7. Análisis PH y MO Inicial-Final.	40
Figura 8. Análisis de los nutrientes Inicial-Final.....	42
Figura 9. Enmiendas Químicas.	43
Figura 10. Características físicas por repeticiones.....	46
Figura 11. Densidad aparente por tratamientos.	48
Figura 12. Conductividad Hidráulica por tratamientos.	49
Figura 13. Porosidad del suelo por tratamientos.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de Traducción	59
Anexo 2. Diseño de campo.	60
Anexo 3. Presupuesto de la investigación.	61
Anexo 4. Datos de los indicadores evaluados	62
Anexo 5.- Hoja de Vida del Estudiante.....	66
Anexo 6.- Hoja de vida de la Tutora.....	67
Anexo 7. Análisis de suelo inicial	68
Anexo 8. Análisis químicos Final	69
Anexo 9. Análisis químico final con enmiendas químicas.	70
Anexo 10. Análisis Físicos.	71
FOTOGRAFÍAS	72

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Toma de muestras de materia verde.	72
Fotografía 2. Toma de muestras para el porcentaje de materia seca.	72
Fotografía 3. Preparación del terreno	72
Fotografía 4. Incorporación del Abono verde avena (Avena sativa L).....	72
Fotografía 5. Rotulación de los tratamientos y implementación del sistema de riego....	73
Fotografía 6. Remoción de las parcelas demostrativas cada 15 días.....	73
Fotografía 7. Toma de muestras químicas del suelo.	73
Fotografía 8. Toma de muestras físicas del suelo.	74
Fotografía 9. Toma de muestras químicas y físicas previas para el envío al Laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (UEA).	74
Fotografía 10. Muestras químicas previas a ser analizadas.	75

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

Evaluación de las propiedades químicas y físicas del suelo, después de la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas.

Lugar de ejecución.

Sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi, zona 3.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Facultad que auspicia:

Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto Recuperación y Conservación de suelos de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Nombres de equipo de investigadores

Equipo de trabajo

Directora: Ing. Mg. Guadalupe López

Lector 1: Ing. Mg. Guido Yauli

Lector 2: Ing. MSc. Richard Molina

Lector 3: Ing. MSc. Clever Castillo

Coordinador del proyecto

Autor: Alex Dario Guamani Oña

Teléfono: 0980788823

Correo electrónico: alex.guamani8086@utc.edu.ec

Área de Conocimiento.

Agricultura

Silvicultura y Pesca

Agronomía

Línea de investigación:

Línea 2: Conservación de suelos

Se entiende por conservación de suelos que es un sistema que complementa y combina obras estructurales, medidas agronómicas, de fertilidad y agroforestales. Este sistema debe aplicarse de la forma más completa posible, si se desea tener éxito tanto en la protección del suelo como en la productividad. El objetivo de esta línea será la investigación sobre suelos erosionados, productos que se puedan cultivar en este tipo de suelos, factores y procesos que faciliten una mejora de la economía local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Línea de Vinculación

Gestión de recursos naturales biodiversidad biotecnología y genética para el desarrollo humano social.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En esta investigación se buscó evaluar las propiedades químicas y físicas del suelo, después de la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021. Para poder conocer las propiedades químicas y físicas del suelo se incorporó el abono verde avena (*Avena sativa L.*) con la aplicación de las tres enmiendas químicas, como: es el (azufre, urea y sulfato de amonio) en diferentes tratamientos, a este ensayo se le aplicó el diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones. Se conoció las propiedades químicas y físicas del suelo antes y después. Este suelo al iniciar el ensayo tuvo en pH alto la cual luego de la incorporación se redujo, casi no contenía materia orgánica al inicio, nos ayudó a saber el porcentaje de nutrientes que tenía el suelo, estos análisis también nos ayudaron a conocer las propiedades físicas del suelo como; densidad aparente, conductividad hidráulica y porosidad del suelo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto buscó evaluar las propiedades químicas y físicas del suelo luego de una incorporación de abono verde en este caso la avena (*Avena sativa L*), con este trabajo de investigación se busca realizar futuras investigaciones en recuperación de suelos, en suelos alcalinos y suelos salinos ya que estos suelos poseen inconvenientes por su alto contenido de carbonato cálcico, sales, pH alto, ya que esto afectan a las propiedades químicas y físicas del suelo, el cual impide que un cultivo pueda desarrollarse adecuadamente en aquel lugar.

Con este proyecto se buscó recuperar los suelos erosionados, implementando la incorporación de abono verde con enmiendas químicas y así, poder evaluar las propiedades físicas y químicas del suelo antes y después de la incorporación, esto nos ayudara a conocer la textura del suelo, la densidad, la porosidad y la conductividad hidráulica, también los nutrientes, el pH y la materia orgánica que hace falta en el suelo, convirtiéndolo a futuro en un suelo productivo. Se anhela que con este proyecto se pueda dar a conocer los conocimientos obtenidos sobre el tema a futuros profesionales de la carrera, agricultores de la zona que estén interesados en este tipo de investigaciones.

Lo inconveniente de estos suelos es que tienen un pH alto, bajo porcentaje de materia orgánica, deficiencia de nutrientes, problemas de aireación, problemas de encharcamiento, etc. Lo cual cualquier cultivo que sea sembrado tendría problemas al desarrollarse.

Se dice que un suelo con el valor de pH mayor a 7,5 se denominan suelos alcalinos o suelos básicos, ya que podría deberse a la concentración de sustancias alcalinas en la zona más deprimida del terreno .(Méndez, 2012)

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

4.1 Beneficiarios Directos

La investigación realizada beneficiará directamente a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el ámbito académico y bibliográfico aportando conocimientos obtenidos para poder hacer uso de la información en el proceso de aprendizaje.

4.2 Beneficiarios Indirectos

Esta investigación nos ayudara a aportar con los conocimientos adquiridos en futuros proyectos, así como a agricultores de la zona y la provincia de Cotopaxi.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La erosión dificulta que el agricultor pueda aplicar cultivos a este tipo de suelos, por ello este proyecto implementa una forma para recuperar suelos erosionados utilizando la incorporación del abono verde, la erosión de los suelos es un problema que se extiende a nivel mundial, nacional y provincial.

La causa principal de la erosión del suelo y de la excesiva escorrentía causado del agua de lluvia, es la remoción de la cobertura vegetal del suelo, que es derivada por la implementación de monocultivos para la alimentación humana y de ganado, lo cual genera graves consecuencias por la constante y creciente sobreexplotación de los recursos naturales a nivel nacional.

En el Ecuador al igual que la mayoría de los países en desarrollo no se escapan del problema que tienen los suelos, se estima que el mayor problema ambiental que el país soporta, es alrededor del 48% de la superficie nacional que tienen serios problemas de erosión.(Suquilanda, 2008)

(Chela et al., 2008) Manifiesta que las laderas son los sitios con mayor afectación por la erosión, por lo que la Sierra es la región que tiene más provincias con degradación como: Chimborazo, Cotopaxi, Loja, Bolívar y Pichincha. La producción agrícola hoy en día es una actividad económica imprescindible en Ecuador, sin embargo, los suelos a nivel nacional están enfrentando una grave erosión que afecta la capa superficial, hay estudios realizados que estiman que el 50% del suelo cultivado está alterado por la degradación y el 15% corresponde al callejón interandino y a las vertientes que lo rodean.

Hoy en día estamos atravesando la necesidad de aumentar la producción, pero no se puede ya que en algunos lugares contamos con suelos erosionados.(Rivas, 2014)

Se sabe que los suelos alcalinos no son apreciados para la agricultura. Ya que esto se da a la baja capacidad de infiltración, generalmente el agua de lluvia se estanca en el área. En épocas secas ocurre lo mismo, donde el riego es difícilmente de aplicar. (I. Sanchez, 2020)

6. OBJETIVOS.

6.1 Objetivo General

- ✓ Evaluar las propiedades químicas y físicas del suelo, después de la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas en el sector Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi 2021.

6.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el efecto de las enmiendas químicas en el cultivo de la avena (*Avena sativa L*) para la incorporación del abono verde.
- ✓ Comparar las propiedades químicas que tiene el suelo luego de la incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*).
- ✓ Determinar las propiedades físicas del suelo después de la incorporación del abono verde. (*Avena sativa L*).

6.3 Actividades y sistemas de tarea en relación a los objetivos planteados.

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
<p>1. Determinar el efecto de las enmiendas químicas en el cultivo de la avena (<i>Avena sativa L</i>) para la incorporación del abono verde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y caracterización del área de estudio. • Toma e interpretación de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de medio de estudio. • Datos obtenidos de cada tratamiento 	<p>Croquis del diseño de investigación</p> <p>Identificación de los enmendadores.</p>
<p>2. Comparar las propiedades químicas que tiene el suelo luego de la incorporación del abono verde avena (<i>Avena sativa L</i>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de cada tratamiento • Toma de muestras de suelo • Interpretación de cada análisis de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de la avena como abono verde. • Muestreo para el análisis químico del suelo. • Obtención del mejor tratamiento. 	<p>Altura de la planta, número de plantas, peso de biomasa, % de materia seca.</p> <p>pH, materia orgánica, nutrientes N, P, K</p> <p>Análisis de suelos.</p>

<p>3. Determinar las propiedades físicas del suelo después de la incorporación del abono verde avena (<i>Avena sativa</i> L).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de muestra físicas del suelo • Conocer las características físicas del suelo. • Interpretación de los análisis físicos del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo para el análisis físico del suelo. • Análisis físico del suelo • Conocer las propiedades físicas que tiene el suelo. 	<p>Densidad aparente</p> <p>Conductividad hidráulica</p> <p>Porosidad total del suelo</p>
---	--	---	---

Elaborado: (Guamani 2021)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

7.1 Suelo

El suelo es la capa superior de tierra que se encuentra compuesta de sólidos, líquidos y gases en donde gracias a estos compuestos se desarrollan las raíces de las plantas y toman mediante esto los nutrientes necesarios para crecer. Lo ideal de un suelo tiene una distribución pareja de organismos sólidos, como son los: minerales, la materia orgánica y los poros para la circulación de agua y aire.(Seminis, 2016)

Al suelo se lo conoce bastante bien desde el punto de vista físico y químico; el cual ese conocimiento fue lo que dio lugar a la llamada *Revolución Verde* del siglo pasado en donde el uso del tractor, los fertilizantes y pesticidas permitieron aumentar la productividad agrícola. Tras esta evolución, estas tecnologías ayudaron a traer problemas de contaminación y erosión entre otros. (Barois, 2013)

En América latina, se tiene una diversidad de suelos. Una vasta área está cubierta por suelos tropicales típicos, sin embargo existen también suelos más jóvenes dominados por arcillas y suelos volcánicos derivados de cenizas y otros materiales volcánicos, como cualquier cultivo los forrajes requieren de la atención necesaria en lo que se refiere a la composición física, química y biológica de los suelos, de igual manera los rendimientos de las pasturas responden a una buena preparación, nivelación, labores culturales y a una adecuada fertilización.(Cañadas, 2008)

7.2 Propiedades físicas y químicas del suelo

7.3 Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se produce entre las distintas fases (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas. La condición física de un suelo se determina su capacidad de sostenimiento, fácil penetración de raíces, circulación libre del aire, capacidad de almacenar agua, drenaje, conservación de nutrientes, entre otros factores.(INTAGRI, 2017)

Las características físicas son responsables de un buen desarrollo de las plantas. Pero en muy pocas veces se les tiene en cuenta. Ya que hoy en día sólo se consideran las características químicas. Para que exista un medio óptimo para el crecimiento de las plantas se debe dar una interacción dinámica entre las características físicas, químicas y

biológicas del suelo, las propiedades físicas son: el color, la textura, la estructura, la densidad, la consistencia, la temperatura, etc. (Ramirez, 1997)

7.3.2 Densidad del suelo.

Mediante la determinación de la densidad del suelo se obtiene la porosidad total del suelo. Esto se refiere al peso por volumen del suelo, y existen dos tipos de densidad, las cuales son la densidad real y la densidad aparente. (FAO, 2019)

7.3.3 Densidad Aparente.

La densidad aparente tiene un valor extraordinario para conocer el estado físico que se encuentra el suelo, ya que esto se refleja en el comportamiento dinámico de la estructura y la porosidad, debido a que varía la acción de agentes externos e internos ejemplo; la compactación y dispersión de las partículas. (Castillo, 2015)

7.3.4 Densidad Real.

La densidad real de los suelos corresponde a la relación masa/volumen de la totalidad de las partículas sólidas que corresponden al suelo; es expresada como la razón entre la masa de las partículas (M_s) y su volumen (V_s), descartando los espacios porosos entre las partículas. La densidad real es muy utilizada en algunas expresiones matemáticas donde se considera el volumen o masa de una muestra de suelo, siendo necesaria su medición para: Realizar conversiones exactas de datos base-masa a base-volumétrica y para el cálculo del volumen de los sólidos, calcular la porosidad total del suelo o el número poroso de éste, calcular la sedimentación de partículas en los fluidos. (Villase, 2016)

7.3.5 Conductividad Hidráulica.

La conductividad hidráulica es una propiedad física del suelo, ya que describe la capacidad de un suelo para transmitir agua e indirectamente oxígeno hacia el perfil del suelo. Estas pruebas se lo realizan en laboratorios de suelos ya que es una medición indirecta de la estabilidad estructural del suelo que puede ser su grado de compactación. (Fertilab, 2018)

La conductividad hidráulica constituye un parámetro fundamental en el estudio de un suelo, porque permite saber el movimiento que realiza el agua ya que a partir de la medida se puede evaluar la rapidez en que el fluido atraviesa el medio poroso. Esta característica depende de la capacidad que tiene el material para transportar el agua que se infiltra, también depende de la cantidad de poros del suelo y de su grado de saturación. (Sanchez, 2019)

7.4 Estructura del suelo.

La estructura del suelo se lo puede definir por la forma en el cual se agrupan las partículas individuales de: arena, limo y arcilla. Cuando estas partículas se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se los denominan agregados, en la agregación del suelo se puede asumir diferentes modalidades, lo que da por resultado distintas estructuras de suelo. (FAO, 2006)

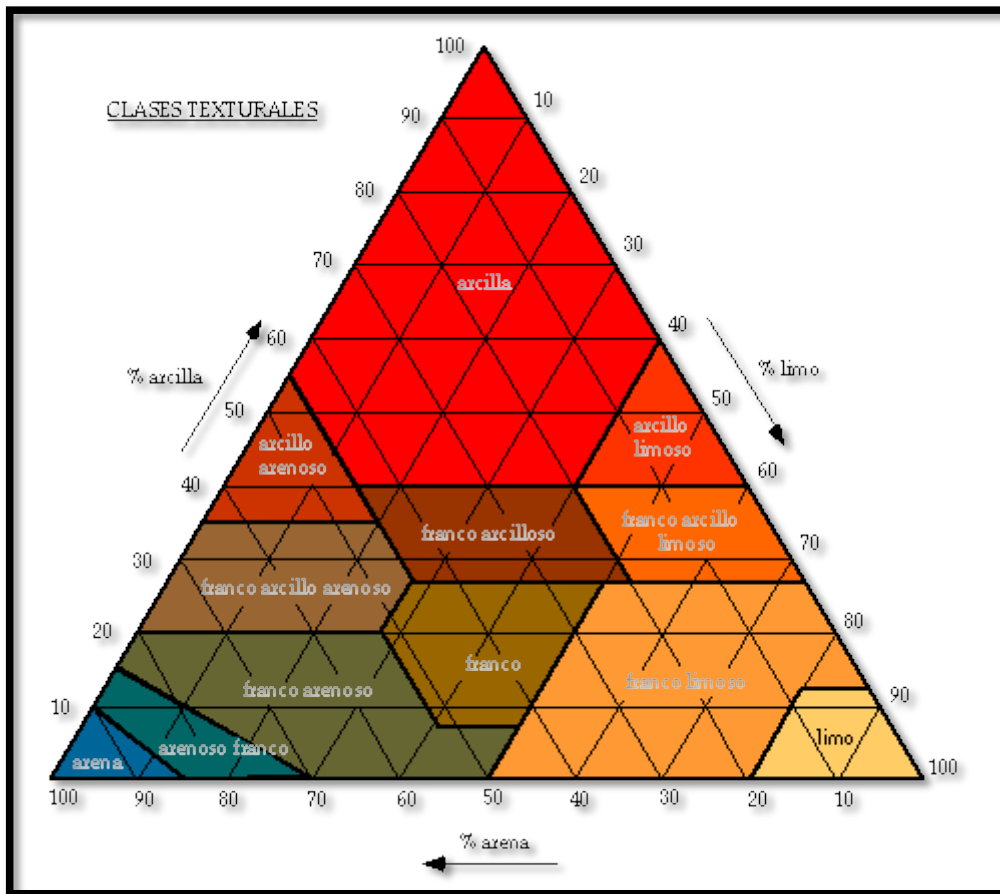
La estructura del suelo controla la distribución, flujo y retención de agua, sustancias disueltas y gases; su perturbación conduce a procesos de degradación edáfica que se asocian con diversas causas (compactación y cementación, entre otros), y disminuyen la productividad de los agro ecosistemas. (Osuna-Ceja et al., 2006)

7.5 Textura del suelo.

La textura del suelo indica el contenido relativo de las partículas de diferente tamaño, como es: la arena, el limo y la arcilla en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad que se pueda trabajar el suelo, también la cantidad de agua y aire que retiene y por último la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa. (FAO, 2011)

La textura de un suelo es una propiedad física permanente, que se refiere a la expresión porcentual de las fracciones granulométricas arena, limo y arcilla. La combinación de estas tres fracciones nos determina la clase textural, las clases texturales son agrupamientos donde las propiedades dependientes de la textura presentan un comportamiento homogéneo. (Pellegrini, 2019)

Figura 1. Triángulo de textura de suelos



El triángulo está dividido en casillas, cada una de ellas representa una clase de textura de suelo que está caracterizado como: suelos arenosos, limosos, arcillosos, arcillo arenosos, etc. (Nicolás Ciancaglini- Prosap, 2000)

7.6 Profundidad de suelo.

La profundidad de un suelo efectivamente es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin ningún obstáculo, ya que puede conseguir el agua y los nutrientes indispensables. Es de suma importancia para el crecimiento de las plantas, la mayoría de las plantas pueden penetrar sus raíces más de un metro, siempre y cuando si las condiciones del suelo lo permiten. Un suelo debe tener condiciones favorables para recibir, almacenar y hacer aprovechable el agua para las plantas, a una profundidad de por lo menos un metro. (García-Centeno, 2015)

7.7 Color del suelo.

El color es una característica fácilmente determinable, además de ser una de la más útil e importante para la identificación de diferentes procesos en los suelos. El color del suelo es diverso con el contenido de humedad, pero una vez alcanzado el estado de “capacidad de campo”, ya no puede haber más cambios. Estas variaciones son muy notables en aquellos suelos con una buena o elevada proporción de coloides. En general los suelos húmedos presentan colores más oscuros que el mismo seco, debido a que el agua contribuye a la absorción de la luz. (Pellegrini, 2019)

7.8 Porosidad del suelo.

La porosidad de un suelo es la parte del mismo que en su estado natural, está ocupado por aire y/o agua. El volumen de la porosidad del suelo depende mucho de la disposición de las partículas sólidas. En la agricultura es muy importante la porosidad del suelo, ya que es muy grande y sus características dependen de la textura, estructura, contenido de materia orgánica, tipo e intensidad de cultivos, labranza y otras propiedades del suelo y su manejo. (Delgadillo & Martínez, 2010)

7.9 Consistencia del suelo.

Para (Blanquer et al., 2010) La consistencia del suelo es el grado y el tipo de cohesión y adhesión entre las partículas del suelo, así como la resistencia del suelo que puede sufrir una deformación o ruptura luego de aplicarle una cierta presión. Esto varía según el estado de humedad de los suelos, por lo que es importante determinarla en seco, húmedo y mojado.

7.9.2 Consistencia en seco.

Se determina la resistencia a la ruptura de los agregados y en su descripción se utilizan unos términos preestablecidos que son: Suelto, Blando, Ligeramente Duro, Duro, Muy duro, extremadamente duro.

7.9.3 Consistencia en húmedo.

En la consistencia en húmedo la determinación se estima con el contenido en humedad del suelo comprendido entre su sequedad y la humedad de la capacidad de campo. Los diferentes grados de determinación son: suelto, friable, firme, muy firme, extremadamente firme.

7.9.4 Consistencia en mojado

En la consistencia en mojado se estima la adhesividad y la plasticidad de diferentes materiales y estos se suelen realizar cuando la humedad está al nivel de la capacidad de campo o ligeramente superior.

7.10 Propiedades químicas del suelo

7.11 Capacidad de Intercambio Catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) estima los sitios de carga de las arcillas, tanto en las cargas permanentes, como en las cargas dependientes de pH. Estos sitios de intercambio son retenidos por fuerzas electrostáticas contra los cationes, también es denominada como un indicador indirecto de la capacidad amortiguadora de los suelos y que en función de la cantidad y el tipo de arcilla. Los métodos empleados para estimar la capacidad de intercambio catiónico se clasifican en, por suma de cationes intercambiables, por pH del suelo, por pH amortiguado y a punto cero de carga, estas clasificaciones se basan en la saturación del suelo con un catión índice. Se tiene una estimación tanto las cargas positivas como negativas paralelamente; sin embargo, los compuestos lavados y centrifugados, implican tiempo, trabajo y pérdida de la muestra. (Pérez Rosales et al., 2017)

7.12 El pH de suelo

El pH del suelo es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas a nivel mundial, el pH óptimo de los suelos debe variar entre 6,5 y 7,0 para conseguir los mejores rendimientos y la mayor productividad, esto se trata del rango donde los nutrientes son fácilmente asimilables, y, por tanto, donde mejor se aportará a la mayoría de los cultivos.

También hay nutrientes (generalmente micro elementos) y cultivos que se adaptan fácilmente a los pHs ácidos o básicos. (Catalán, 2016)

En los suelos el pH es una propiedad química que es de mucha importancia ya que indica que tan ácida o alcalina es el suelo, ya que es de donde los microorganismos y las raíces de un suelo toman sus nutrientes. (Osorio, 2012)

(Lozano-Rivas, 2018) Dice que el pH del suelo expresa el grado de acidez de todo tipo de suelo, podemos decir la concentración (en forma logarítmica) de hidrogeniones H^+ que existen en el suelo. En la escala de pH el valor máximo es de 14, siendo 7 el valor óptimo de un suelo, correspondiente a un suelo neutro, y se determina suelos ácidos a todos aquellos que tienen valores inferiores a 7, y básicos todos los superiores a éste valor.

7.13 Nutrientes para las plantas

La cantidad de nutrientes presentes en el suelo, determina su potencial para poder alimentar organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales para un buen desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micro nutrientes, ya que esto depende de su requerimiento para un buen desarrollo de cada planta cultivada. (FAO, 2019)

Para (GARCIA, 2008) los nutrientes esenciales para los cultivos son: Carbono (C), Oxígeno (O), Hidrógeno (H), macronutrientes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), macronutrientes Secundarios: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Zinc (Zn).

7.14 Nitrógeno en el suelo

El Nitrógeno (N) es un elemento muy esencial en el suelo y en la planta, ya que es considerado un macronutriente, para todos los seres vivos. También de ser un componente específico de las proteínas, este elemento está presente en la mayor parte de las combinaciones orgánicas de los vegetales. Hoy por hoy está demostrado que es el factor limitante más común para el crecimiento de las plantas, y que la deficiencia de este nutriente puede provocar notables descensos en la producción vegetal. Sus deficiencias

como sus excesos en los suelos, tienen gran impacto en la salud y en la productividad. (Benimeli et al., 2019)

7.15 El fósforo

Este elemento es muy fundamental para la nutrición de las plantas, ya que es absorbido en forma de fosfatos mono y diácidos. Es diferente al nitrógeno y el azufre, ya que son otros elementos que se absorben en forma aniónica, este elemento es un poco móvil, por su tendencia a reaccionar dando formas fosforadas que no están disponibles para las plantas y debe ser considerado uno de los elementos más críticos. (Sanzano, 1999)

7.16 Potasio

El potasio es un macro elemento muy esencial, ya que manifiesta rápidamente su deficiencia en las plantas, esto se da debido a las grandes cantidades que es requerida por ellas (cuatro o tres veces más que el fosforo y casi a la par que el nitrógeno); también es considerado primario por intervenir en las funciones primarias de la planta. (Coronel, 2003)

7.17 El carbono orgánico del suelo

El carbono en el suelo se lo relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, esto dando una afectación a las propiedades del suelo que están relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos. El carbono orgánico del suelo se vincula con la cantidad y la disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya que al aportar elementos como el nitrógeno cuyo aporte mineral es normalmente deficitario. Asimismo, al poder modificar la acidez y la alcalinidad del suelo hacia valores muy cercanos a la neutralidad, el carbono orgánico del suelo aumenta la solubilidad de algunos nutrientes. (Eduardo Martínez et al., 2008)

7.18 Abono Verde

El abono verde es una planta cultivada con el objetivo de poder mejorar el contenido de materia orgánica y la fertilidad de un suelo, esto se lo realiza incorporándolas antes de su floración. Estas plantas son preferiblemente leguminosas. Las plantas una vez alcanzado

su mayor desarrollo (mayor porcentaje de biomasa) se los incorpora en la superficie del suelo. Al momento de cultivar un abono verde es diferente a cultivar una planta leguminosa en rotación. Cuando el material fresco de la planta se haya incorporado en el suelo, ésta planta libera nutrientes rápidamente y se descompone en un período corto de tiempo. La biomasa vieja o gruesa como son (ramas o tallos) se descompondrá a un periodo más lento que el material fino y por lo consiguiente se contribuirá más a la formación de materia orgánica que a la fertilización del cultivo. (Valverde & Cartagena, 2009)

Los abonos verdes se incorporan al suelo, generalmente durante el período de floración de cada planta, esto con el fin de realizar un progreso agronómico. Estas plantas se sitúan entre calles en las plantaciones frutales o entre dos cultivos principales que están en rotación, cuando éstos están separados en el tiempo. A veces, el cultivo del abono verde acompaña durante una parte de su ciclo a un cultivo principal, solapándose. (Casado & Mielgo, 2008)

(A. García, 2012) entiende por abono verde, el uso de determinadas plantas, tanto individualmente como mezcladas, generalmente de crecimiento rápido, que preceden o suceden a los cultivos comerciales, con el fin de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

7.19 Avena (*Avena sativa* L)

La avena forrajera (*Avena sativa* L), perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta herbácea anual, que presenta un tallo recto y una altura aproximadamente de medio metro o metro con entrenudos, sus hojas son alargadas y presenta una inflorescencia llamada espiga. (Jiménez, 2016)

Este cultivo produce rendimientos en las zonas más frías (con inviernos moderados exentos de heladas) y en terrenos fértiles que estén equilibrados y que tengan buen drenaje para mantener bien la humedad del suelo, una vez producido la avena, el terreno se lo prepara con grada de discos, enterrando tallos, raíces, hojas y otros residuos de la avena (abono verde) para así aumentar el contenido de materia orgánica del suelo y para desmenuzar la tierra. (TRAXCO, 2017)

7.20 Enmiendas Químicas

Las enmiendas químicas son materiales capaces de provocar cambios en algunas propiedades o características del suelo. (Valverde & Cartagena, 2009)

Estos son productos naturales a base de Calcio y Magnesio que es utilizado para corregir la acidez del suelo y neutralizar los efectos tóxicos que son causados por altas concentraciones de Aluminio, Hierro y Manganeso en suelos ácidos. También, se usan para poder suministrar Calcio y Magnesio ya que estas deficiencias son muy comunes en los suelos. Se les denomina Cales por sus altos contenidos de calcio. Las enmiendas también pueden ser utilizadas para corregir los suelos alcalinos, aquellos que tienen pHs muy altos (generalmente pH mayor de 8), que son caracterizados por sus altas concentraciones de sales.(Cruzado, 2020)

7.21 Azufre (S)

El azufre en el suelo depende de diferentes procesos químicos, físicos y biológicos, aparte de estos procesos hay factores muy importantes, como es el tipo de suelo y el pH, para que se lleven a cabo las transformaciones de formas de azufre que no estén disponibles para las plantas. (Corrales-Maldonado et al., 2014)

(Álvaro, 2019) dice que este nutriente que lo podemos encontrar en la solución del suelo de dos maneras:

7.21.2 Azufre orgánico

En nuestros suelos ese encuentra en forma orgánica entre el 60 y el 90% del azufre total presente, y tiene su origen en los residuos vegetales y animales ya que está compuesto por aminoácidos, proteínas y compuestos azufrados.

7.21.3 Azufre inorgánico

El azufre inorgánico, la mayoría se encuentra en forma de sulfatos. Las plantas pueden absorber este elemento especialmente como sulfato.

(Sanzano, 2019) menciona que los sulfatos se puede hallar en diferentes formas y son las siguientes:

- Forma soluble (sulfatos de Mg; Na; K)
- Forma relativamente soluble (sulfatos de Ca)

- Forma insoluble (sulfatos de bario y estroncio)
- Adsorbidos al complejo de cambio (como fuentes de reserva)

(Álvaro, 2019) manifiesta que es muy importante saber que la adsorción de los sulfatos por parte de las plantas esta resta con el incremento del pH del suelo y se aumenta con el contenido de arcilla.

7.22 Sulfato de Amonio (NH₄)

El sulfato de amonio es un producto granular que tiene reacción ácida, y es recomendado para suelos alcalinos por su efecto acidificante tanto al solubilizarse inicialmente durante el proceso de transformación de amonio a nitrato. (Fermagri, 2011)

Es un fertilizante que proporciona una alta concentración de Nitrógeno (N) y Azufre (S), que son solubles para la nutrición de las plantas y que es ideal para todo tipo de cultivos y suelos alcalinos y calizos ya que disminuye su pH; además es una excelente fuente de fertilización en cultivos que extraen grandes cantidades de azufre en el suelo como los cultivos forrajeros, hortalizas, cereales, gramíneas, entre otros. (Jarmillo, 2019)

7.23 Urea (N)

La urea es un fertilizante nitrogenado que se incorpora en la agricultura chilena a fines de los años 60. Se lo utilizo con muchas dudas, las que con el pasar del tiempo se han ido resolviendo con la experiencia adquirida de los técnicos y los agricultores. (Fernández, 1984)

La urea también puede producir una disminución de pH, o sea un aumento de la acidez producto de la liberación de iones de hidrógeno durante la nitrificación del amonio. En las prácticas, esta acidificación representa, por una parte, una pérdida de bases del suelo como él (calcio, magnesio, potasio y sodio) o sea, un empobrecimiento real, por cuanto el sodio es una excepción ya que tiene nutrientes esenciales. Al ser desplazadas a la solución, las bases pueden ser absorbidas por las plantas o arrastradas con el agua en profundidad (lixiviadas). Además, la acidificación causa un aumento en la disponibilidad de aluminio y manganeso, los que pueden tener efectos tóxicos en las plantas y pueden disminuir el rendimiento. También, el uso continuado de urea en suelos de pH igual o inferiores a 5,2 es muy riesgoso. Este riesgo es menor en el suelo porque es mayor a su resistencia a los cambios de pH. Generalmente se dice mientras más arcilla y materia orgánica tiene el suelo, mayor es su resistencia. (Fernández, 1984)

8. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

8.1 Materiales

8.1.2 Maquinaria y Equipo

- ✓ Camas
- ✓ Azadones
- ✓ Flexómetro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Balanza
- ✓ Machetes
- ✓ Palas
- ✓ Hoz
- ✓ Fundas de papel
- ✓ Fundas plásticas
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Anillos

8.1.2 Materiales para campo

- ✓ Estacas
- ✓ Piola
- ✓ Mascarilla
- ✓ Enmendadores de pH (Sulfato de amonio, urea, azufre)

8.2 Características del sitio de investigación

Tabla 2. Características del sitio de investigación

Provincia:	Cotopaxi	Cultivo	Avena
Cantón	Latacunga	Sistema de siembra	Manual
Localidad	Salache	Superficie del ensayo	332,52 m ²
Longitud	78°37'14''w	N° Parcelas	30
Latitud	00°59'57''s	Hileras por Parcela	10
Altitud	2800 m.s.n.m	Área de cada tratamiento	7,50
Fecha de Incorporación	16 de Abril del 2021	Muestreo del suelo	16 de Junio del 2021

Elaborado por: (Guamani ,2021)

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

10. HIPÓTESIS

10.1 H1. La incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas mejora las propiedades químicas y físicas del suelo.

10.2 H0. La incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas no mejora las propiedades químicas y físicas del suelo.

11. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 3. Operacionalización de Variables

Hipótesis	Variables	Indicadores	Indicadores	Índices
La incorporación del abono verde avena (<i>Avena sativa</i> L) con tres enmiendas químicas mejora las propiedades químicas y físicas del suelo.	Variable indirecta. Avena (<i>Avena sativa</i> L) como abono verde con tres enmiendas químicas.	Variable dependiente. Propiedades Químicas y Físicas.		
			Altura de la planta. Número de plantas. Porcentaje de biomasa. Porcentaje de materia seca. pH. Materia Orgánica. Nutrientes; N, P, K, Ca, Mg. Clase textural. Densidad aparente. Conductividad Hidráulica. Porosidad del suelo.	Cm # Kg % % % % Mg*m3 (cm h-1) %

Elaborado por: (Guamani 2021)

11.1 Variables a evaluar

De acuerdo al cuadro de operación de varianzas se realizó la toma de datos de las siguientes variables:

11.1.2 Variables dependientes

- Número de plantas
- Altura de la planta
- Peso de biomasa
- Porcentaje de materia seca
- pH
- Materia Orgánica
- Nutrientes N, P, K, Ca, Mg
- Clase textural
- Densidad aparente
- Conductividad Hidráulica
- Porosidad del suelo.

11.1.3 Variables Independiente

- Enmiendas químicas (urea, sulfato de amonio, azufre)
- Análisis de suelo (Laboratorio de la UEA)

11.1.4 Altura de la planta

La altura de las plantas de cada tratamiento se lo realizó 5 días antes de cortar y proceder a incorporar la avena, esto se lo realizó con la ayuda de una cinta métrica o una regla.

11.1.5 Número de plantas

Para contar las plantas de cada tratamiento se lo realizó 10 días antes de proceder a incorporar la avena.

11.1.6 Porcentaje de biomasa

Para conocer el porcentaje de la biomasa de cada tratamiento, se lo realizó el día de la incorporación, con la ayuda de una hoz y una balanza para poder cortar y pesar la avena y así obtener el peso de la biomasa en Kg.

11.1.7 Porcentaje de materia seca

Para saber el porcentaje de la materia seca se realizó la recolección de la materia verde 3 días antes de la incorporación, con la ayuda de una hoz cortamos la avena y procedimos a colocar en las fundas de papel para llevar al laboratorio de Agronomía y proceder a sellar las fundas de papel, luego a pesar en gramos con la ayuda de una balanza digital, una vez pesado y rotulado cada tratamiento, nos dirigimos a colocar en las cámaras de secado, la cual lo dejamos programando por 3 días (72 horas) a una temperatura de 40°C como lo recomienda (Roza-Delgado et al., 2011).

Luego de los tres días procedimos a sacar las fundas de papel de las cámaras de secado, continuamente con la ayuda de la balanza digital pesamos cada tratamiento, obteniendo la cantidad de materia verde y la cantidad de materia seca en gramos, con la fórmula (Cantidad de Materia seca (MS) / Cantidad de Materia verde (MV) X 100) como lo manifiesta (Escobar et al., 2020) obtuvimos el porcentaje de la materia seca de cada tratamiento.

11.1.8 Análisis químicos

Para conocer las propiedades químicas como: N, P, K, Ca, Mg, pH y Materia Orgánica realizamos un muestreo de suelo luego de los 2 meses de haber incorporado la avena (*Avena sativa L*) como abono verde, en este caso obtuvimos muestras químicas con la ayuda de una pala pequeña, tomando sub-muestras de 5 puntos de cada parcela, y luego mezclándolos para obtener una sola muestra de cada tratamiento.

11.1.9 Densidad aparente

Para conocer la densidad aparente se realizó un muestreo de suelo, luego de los 2 meses de haber incorporado la avena (*Avena sativa L*) como abono verde, en este caso obtuvimos muestras físicas con la ayuda de la uña, la camisa y los anillos. Para el muestreo físico lo

tomamos del punto medio de la parcela y con la ayuda de estas herramientas obtuvimos muestras de diferentes profundidades de 0-10cm, 10-20cm y de 20-30cm hacia abajo, luego procedimos a envolver cada anillo con papel aluminio y colocar en una funda plástica las tres muestras rotuladas de cada tratamiento, la cual por cada tratamiento obtuvimos 3 muestras, y 90 muestras por todos los tratamientos.

11.1.10 Conductividad Hidráulica

Para conocer la conductividad hidráulica se realizó un muestreo de suelo, luego de 2 meses de haber incorporado la avena (*Avena sativa L*) como abono verde, en este caso obtuvimos muestras físicas con la ayuda de la ula, la camisa y los anillos, herramientas aptas para coger muestras físicas. Para el muestreo físico lo tomamos del punto medio de la parcela y con la ayuda de estas herramientas obtuvimos muestras de diferentes profundidades de 0-10cm, 10-20cm y de 20-30cm hacia abajo, luego procedimos a envolver cada anillo con papel aluminio y colocar en una funda plástica las tres muestras de cada tratamiento, la cual por cada tratamiento obtuvimos 3 muestras, y 90 muestras por todos los tratamientos.

11.1.11 Porosidad del suelo

Para conocer la porosidad del suelo se realizó un muestreo de suelo, luego de los 2 meses de haber incorporado la avena (*Avena sativa L*) como abono verde, en este caso obtuvimos muestras físicas con la ayuda de la ula, la camisa y los anillos, herramientas aptas para coger muestras físicas. Para el muestreo físico lo tomamos del punto medio de la parcela y con la ayuda de estas herramientas obtuvimos muestras de diferentes profundidades de 0-10cm, 10-20cm y de 20-30cm hacia abajo, luego procedimos a envolver cada anillo con papel aluminio y colocar en una funda plástica las tres muestras de cada tratamiento, la cual por cada tratamiento obtuvimos 3 muestras, y 90 muestras por todos los tratamientos.

11.2 FACTORES EN ESTUDIO

11.2.2 Factor A. Enmiendas químicas

b1: Urea (N 46%)

b2: Sulfato de amonio (NH₄)

b3: Azufre (S)

11.2.2 Factor B. Dosis

a1: 400 kg/ha

a2: 800 kg/ha

a3: 1200 kg/ha

12. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.

12.1 Diseño experimental

Se aplicó el diseño experimental de bloques completos al azar con dos factores en estudio y un testigo con un arreglo factorial 3X3+1 con 3 repeticiones.

12.2 Tratamientos

Tabla 4. Tratamientos del ensayo experimental

N° TR	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
T1	B1A1	urea con una dosis de 400kg/ha
T2	B1A2	urea con una dosis de 800 kg/ha
T3	B1A3	urea con una dosis de 1200 ha/kg
T4	B2A1	sulfato de amonio con una dosis de 400 kg/ha
T5	B2A2	sulfato de amonio con una dosis de 800 kg/ha
T6	B2A3	sulfato de amonio con una dosis de 1200 ha/kg
T7	B3A1	azufre dosis de 400 kg/ha
T8	B3A2	azufre con una dosis de 800kg/ha
T9	B3A3	azufre con una dosis de 1200 ha/kg
T10	Testigo	Testigo Absoluto (sin enmienda)

Elaborado por: (Guamani 2021)

12.3 Análisis Estadístico y Funcional

Tabla 5. Esquema del ADEVA

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	29
Modelo	11
Repetición	2
Tratamientos	9
factor b	2
factor a	2
factor b*factor a	4
testigo vs resto	1
Error	18

Elaborado por: (Guamani 2021)

12.4 Características de la parcela

Tabla 6. Características de parcela de investigación

Características de las parcelas	
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	30
Área de cada tratamiento	7,50m
Distancia entre caminos	0,50 m
Largo de la parcela	5 m
Ancho de la parcela	1,50 m

Elaborado por: (Guamani 2021)

13. METODOLOGÍA

13.1 Área de estudio

- ✓ Para el área de estudio se seleccionó una dimensión de 332,52 m² ubicado en la (Sector Salache) perteneciente al Cantón Latacunga, para delimitar el área de estudio se utilizó una cinta métrica.

13.2 Toma de datos

- ✓ La toma de datos se lo realizó de acuerdo al tiempo indicado para obtener una mejor información y no alterar los datos obtenidos.

13.3 Preparación del suelo para la Incorporación del abono verde avena (Avena sativa L)

- ✓ La Preparación del terreno, se realizó con ayuda de oses, machetes, una balanza y azadones, se procedió a cortar la avena y con la ayuda de una balanza precedemos a pesar la biomasa de cada tratamiento, continuamente a picarlo finamente y finalmente con la ayuda de unos azadones se hizo la incorporación del abono verde en cada tratamiento.

13.4 Muestreo del área de estudio

- ✓ Para el muestro químico se realizó recolectando sub-muestras de 5 partes de cada tratamiento las cuales mezclamos para obtener una muestra final de 1kg por cada tratamiento y así los realizamos en cada parcela obteniendo 30 muestras para el análisis químico que se envió al laboratorio de la UEA (Universidad Estatal Amazónica), donde se obtuvo las características químicas del suelo luego de la incorporación del abono verde. (Ver Anexo 5)
- ✓ Para el muestreo físico se realizó utilizando herramientas aptas para la toma de muestras físicas, como la uia, la camisa y los anillos. Con la ayuda de estos materiales se obtuvo 3 muestras por cada tratamiento al final obteniendo 90 muestras para el análisis físico que se envió al laboratorio de la UEA (Universidad Estatal Amazónica), donde se obtuvo las características físicas del suelo luego de la incorporación del abono verde. (Ver Anexo 7)

14. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

14.1 Variable Número de plantas para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.

Tabla 7. ADEVA para la variable del número de plantas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51162,27	11	4651,12	3,57	0,0083
Repetición	38261,07	2	19130,53	14,67	0,0002 NS
tratamientos	12901,2	9	1433,47	1,1	0,4105 NS
factor b	1445,41	2	722,7	0,55417954	0,584039204 NS
factor a	2549,41	2	1274,7	0,97746321	0,395367866 NS
factor b*factor a	1205,04	4	301,26	0,23101166	0,917332936 NS
testigo vs resto	7701,35	1	7701,35	5,91	0,0258 *
Error	23473,6	18	1304,09		
Total	74635,87	29			
CV	22,47				

En el análisis de varianza de la variable estudiada el número de plantas, se observa que existe significancia para Testigo vs Resto, mientras que para las otras fuentes de variación no hubo significancia estadística y el coeficiente de variación fue 22,47 todo esto obtenido nos brinda confiabilidad al experimento.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable Número de plantas.

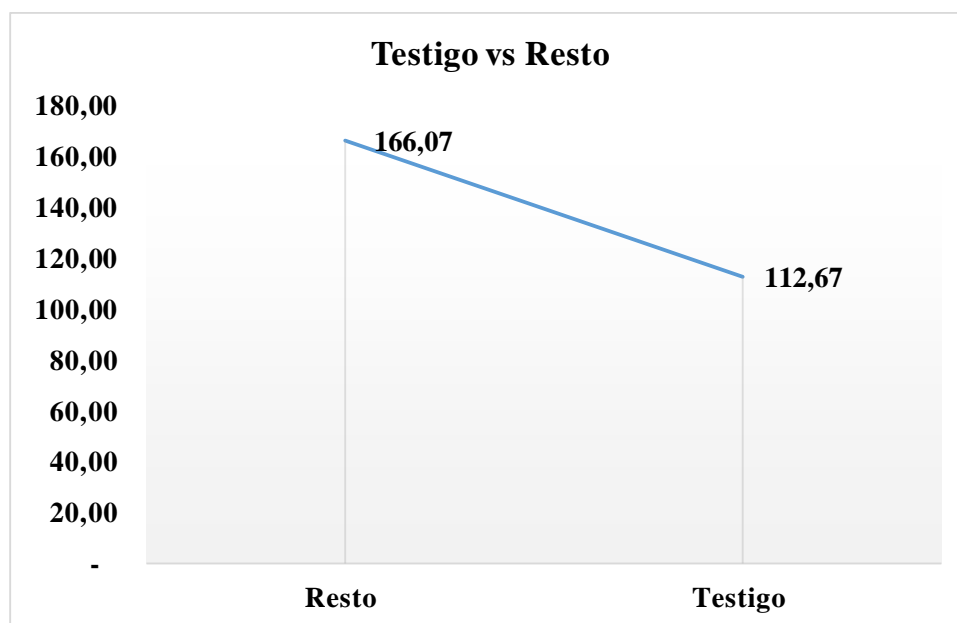
Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	166,07	A
Testigo	112,67	B

Luego de realizar la Prueba de Tukey al 5%, en la tabla 8 se observan dos rangos que tienen significancia, donde el resto de tratamientos con un promedio de 166,07% del número de plantas supera al promedio del tratamiento 10 (Testigo) que alcanzo un 112.67% ubicándolo en el segundo rango de significancia. En el número de las plantas del resto de tratamientos fue mayor que el tratamiento 10 (testigo), esto nos permite conocer que las enmiendas químicas utilizadas en los tratamientos tuvieron acción al

momento de sembrar la avena (*Avena sativa L*) mientras que el testigo no tuvo acción ya que no se aplicó ninguna enmienda. (ver figura 3)

Una enmienda como la urea nos ayuda a tener mayor concentración de nitrógeno para un buen rendimiento del cultivo. (Morales, 2019)

Figura 2. Testigo vs Resto en la Variable del Número De Plantas



Elaborado por: (Guamani ,2021)

14.2 Variable de altura de la planta para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.

Tabla 9. ADEVA para la Variable altura de la planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2256,67	11	205,15	2,4	0,0481
Repetición	826,67	2	413,33	4,83	0,0209 NS
tratamientos	1430	9	158,89	1,86	0,126 NS
factor b	357,41	2	178,7	2,0885928	0,152860285 NS
factor a	96,3	2	48,15	0,56276297	0,579338063 NS
factor b*factor a	259,26	4	64,81	0,75748013	0,566260433 NS
testigo vs resto	717,04	1	717,04	8,38	0,0096 *
Error	1540	18	85,56		
Total	3796,67	29			
CV	12,39				

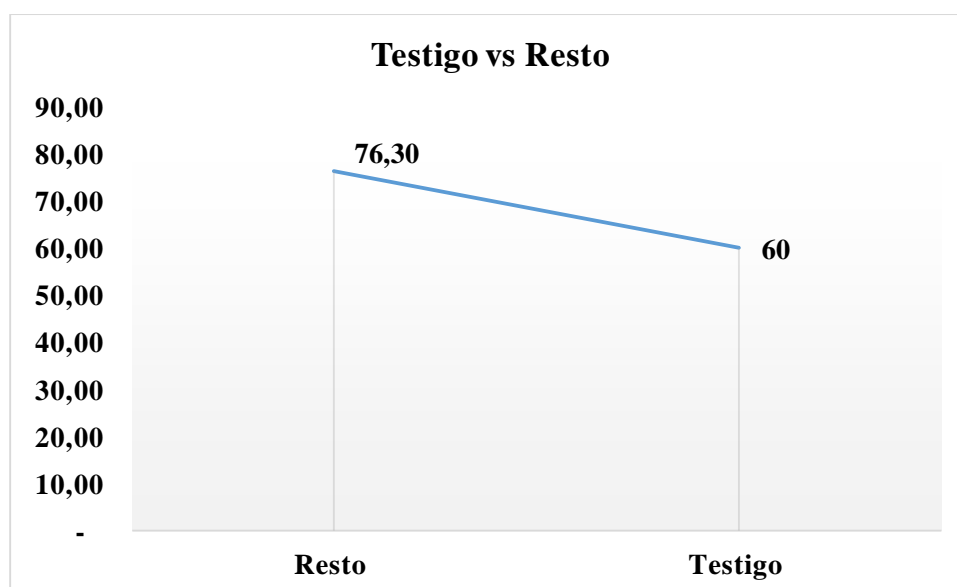
En el análisis de varianza de la variable altura de la planta, se observa que existe significancia para Testigo vs Resto, mientras que para las otras fuentes de variación no hubo significancia estadística y el coeficiente de variación en este caso fue 12,39 con todos estos datos obtenidos nos ayuda a interpretar que el ensayo es confiable.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable altura de la planta.

Tratamientos	Medias	Rango
Resto	76,30	A
Testigo	60	B

Luego de realizar la prueba Tukey al 5% del testigo vs el resto, en la tabla 11 se observan dos rangos con significancia, donde el resto de tratamientos con un promedio de 76,30% de la altura de plantas supera al promedio del testigo que alcanzo un 60% ubicándolo en el segundo rango de significancia, el porcentaje de la altura de las plantas del resto de tratamientos fue mayor que el testigo, esto nos permite saber que las enmiendas utilizadas en los tratamientos si tuvieron acción al momento de la siembra de la avena (*Avena sativa* L) y para el testigo no se aplicó ninguna enmienda. (ver figura 5)

Figura 3. Variable de la altura de la planta



Elaborado por: (Guamani ,2021

14.3 Variable del peso de la biomasa para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.

Tabla 11. ADEVA para la Variable peso de biomasa (Kg).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,46	11	0,86	3,29	0,0122
Repetición	4,61	2	2,3	8,83	0,0021 NS
tratamientos	4,85	9	0,54	2,06	0,0912 NS
factor b	0,62	2	0,31	1,19230769	0,326384744 NS
factor a	0,02	2	0,01	0,03846154	0,962347575 NS
factor b*factor a	0,75	4	0,19	0,73076923	0,582669181 NS
testigo vs resto	3,47	1	3,47	13,29	0,0019 *
Error	4,7	18	0,26		
Total	14,15	29			
CV	30,29				

En el análisis de varianza de la variable del peso de la biomasa, se observa que existe significancia para Testigo vs Resto, mientras que para las otras fuentes de variación no presenta significancia estadística y el coeficiente de variación en este caso fue de 30,29 con todos estos datos obtenidos nos ayuda a interpretar que el ensayo es confiable.

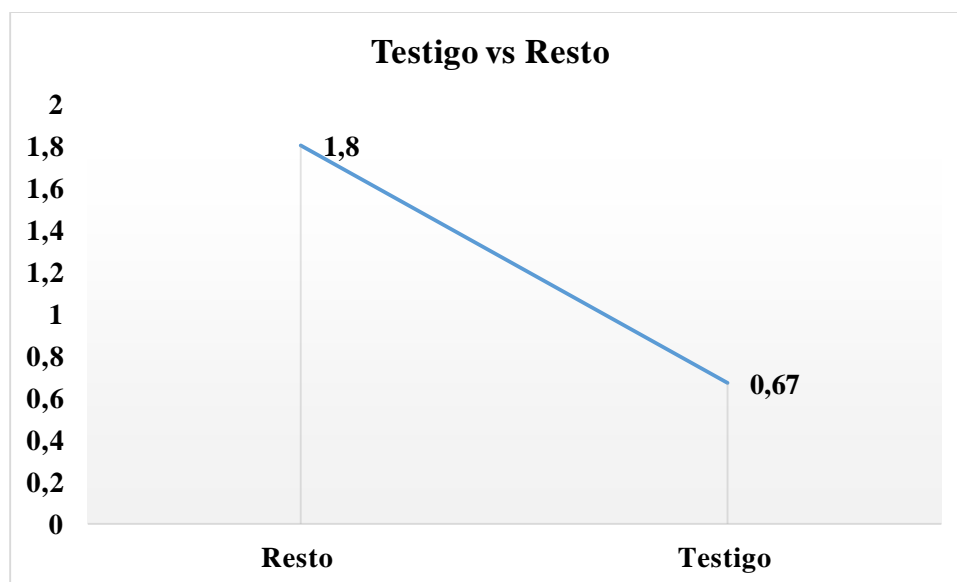
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable peso de biomasa.

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	1,8	A
Testigo	0,67	B

Luego de realizar la Prueba de Tukey al 5% para el testigo vs el resto, en la tabla 14 podemos observar dos rangos que tienen significancia, donde el promedio de los demás tratamientos del porcentaje de biomasa es de 1,8% y supera al tratamiento 10 (Testigo) que alcanzó un 0,67%, teniendo estos datos en cuenta el porcentaje de biomasa de los tratamientos fue superior al tratamiento testigo, esto nos permite conocer que las

enmiendas químicas como la urea que tiene la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno el cual, es esencial en el metabolismo de las plantas (Morales, 2019) tuvieron acción al momento de sembrar la avena (*Avena sativa L*) mientras que en el testigo no se aplicó nada y hay diferencia con el resto. (ver figura 7)

Figura 4. Variable del peso de biomasa.



14.4 Variable de la materia verde para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.

Tabla 13. ADEVA para la variable de la materia verde (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91170,19	11	8288,2	2,95	0,0202
Repetición	53306,63	2	26653,31	9,5	0,0015 NS
Tratamientos	37863,56	9	4207,06	1,5	0,2219 NS
factor b	3141,9	2	1570,95	0,5596983	0,581011739 NS
factor a	903,1	2	451,55	0,1608783	0,852606346 NS
factor b*factor a	16653,58	4	4163,39	1,48333321	0,248763948 NS
Testigo vs Resto	17164,99	1	17164,99	6,12	0,0236 *
Error	50521,97	18	2806,78		
Total	141692,16	29			
CV	32,07				

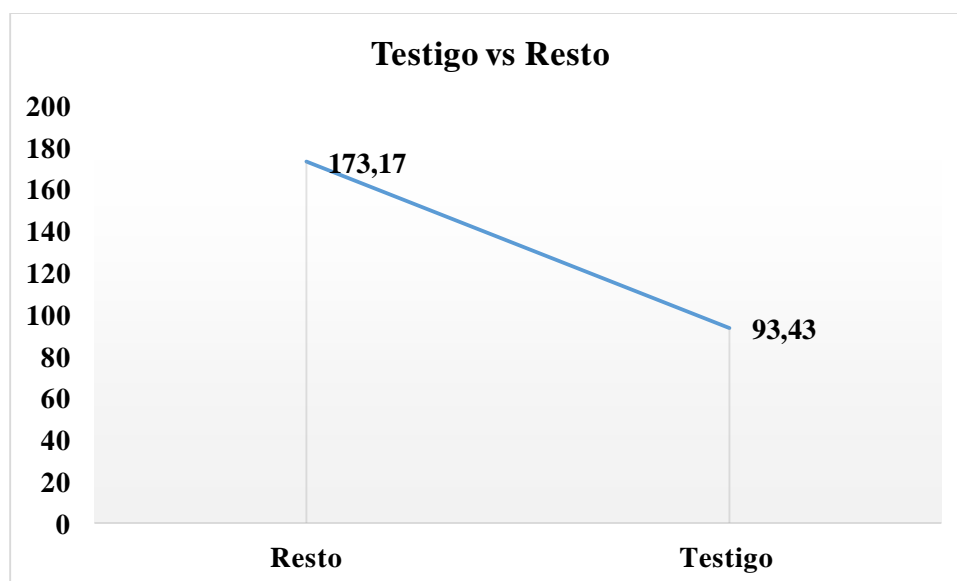
En el análisis de varianza de esta variable de materia verde para proceder a realizar el porcentaje de materia seca, a simple vista podemos observar que existe significancia para el Testigo vs Resto, mientras que para las otras fuentes de variación no presenta significancia estadística y el coeficiente de variación en este caso fue de 32,07 con todos estos datos obtenidos en el análisis de varianza nos ayuda a interpretar que el ensayo si es confiable.

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable de materia verde.

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	173,17	A
Testigo	93,43	B

Luego de realizar la Prueba de Tukey al 5% para el testigo vs el resto en la variable de la materia verde, en la tabla 17 podemos observar dos rangos con significancia entre sí, donde el promedio de los demás tratamientos del porcentaje de la materia verde es de 173,17% superando al tratamiento 10 (Testigo) que alcanzo un 93,43%, teniendo estos datos en el momento de la recolección de la materia verde tenemos en cuenta el mayor porcentaje de materia verde que se obtuvo en los tratamientos con las enmiendas químicas (ver figura 9)

Figura 5. Variable de la materia verde.



14.5 Variable de la materia seca para la evaluación de las propiedades químicas y físicas para la incorporación del abono verde con tres enmiendas químicas.

Tabla 15. ADEVA para la Variable materia seca (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29601,34	11	2691,03	2,83	0,0244
Repetición	12246,64	2	6123,32	6,44	0,0078 NS
tratamientos	17354,71	9	1928,3	2,03	0,0964 NS
factor b	1714,11	2	857,05	0,90153157	0,423507589 NS
factor a	149,31	2	74,65	0,07852439	0,924794422 NS
factor b*factor a	6303,79	4	1575,95	1,65774304	0,203476691 NS
Testigo vs Resto	9187,5	1	9187,5	9,66	0,0061 *
Error	17111,84	18	950,66		
Total	46713,18	29			
CV	34,88				

En el análisis de varianza de esta variable de materia seca, a simple vista podemos observar que existe significancia para el Testigo vs Resto, mientras que para las otras fuentes de variación no presenta significancia estadística y el coeficiente de variación en este caso fue de 34,88 con todos estos datos obtenidos en el análisis de varianza nos ayuda a interpretar que el ensayo es confiable.

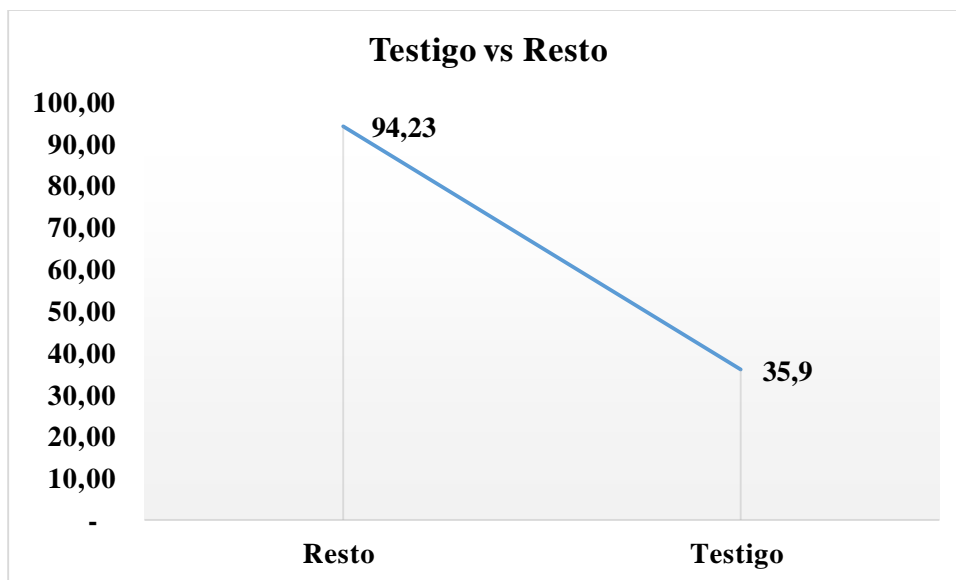
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para Testigo vs Resto en la variable de materia seca.

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	94,23	A
Testigo	35,9	B

Luego de realizar la Prueba de Tukey al 5% para el testigo vs el resto, en la variable de materia seca en la tabla 20 podemos observar dos rangos que tienen significancia, donde el promedio de los demás tratamientos de la materia seca es de 94,23% superando al tratamiento 10 (Testigo) que alcanzo un promedio muy bajo de 35,6%, teniendo estos

datos en cuenta la materia seca del resto de tratamientos fue de los tratamientos que fue superior al tratamiento testigo. (Ver Figura 11)

Figura 6. Variable de la materia seca.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

14.6 Interpretación de las Propiedades Químicas del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) de Pastaza.

Tabla 17. Interpretación inicial y final.

Localización	Ph	K (Cmol/kg)	Ca (Cmol/kg)	Mg (Cmol/kg)	P (mg kg ⁻¹)	N (%)	MO (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural
2800 msnm											
Análisis Inicial	10,14	2,96	17,29	2,03	15	5,00	0,2				Franco arenoso
T1	9,63	3,45	16,75	2,39	54,07	40,00	1,97	53	39	8	Franco arenoso
T2	9,67	3,47	16,27	2,36	52,10	50,00	1,93	53	39	8	Franco arenoso
T3	9,75	3,45	16,47	2,20	46,00	40,00	1,93	53	39	8	Franco arenoso
T4	9,68	3,37	16,19	2,29	47,33	40,00	1,93	53	39	8	Franco arenoso
T5	9,79	3,27	15,50	2,04	46,10	40,00	2,03	53	39	8	Franco arenoso
T6	9,71	3,35	16,16	2,29	52,87	40,00	2,03	53	39	8	Franco arenoso
T7	9,78	3,18	15,99	2,13	43,60	40,00	2,00	53	39	8	Franco arenoso
T8	9,72	3,21	16,06	2,20	49,93	40,00	1,97	53	39	8	Franco arenoso
T9	9,73	3,06	15,91	2,11	40,93	40,00	2,03	53	39	8	Franco arenoso
T10	9,71	2,73	15,71	2,07	43,87	40,00	2,00	53	39	8	Franco arenoso

Fuente: Laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) de Pastaza.

Esta actividad consistió en conocer las propiedades químicas del suelo luego de la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*) y establecer si las enmiendas químicas aplicadas en los tratamientos tuvieron resultados químicos, esto mediante la interpretación de resultados obtenidos del Laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) de Pastaza.

La incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*) dio como resultado que los nutrientes como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio una vez finalizado la investigación subieron considerablemente en todos los tratamientos de cada repetición, dando como resultado que luego de la incorporación del abono verde tuvimos ciertas modificaciones con el nitrógeno, fósforo y calcio que a simple vista en todos los tratamientos se obtuvo una mayor concentración en el suelo, estos análisis nos dio a conocer como bajo el pH del suelo y como subió el porcentaje de materia orgánica.

El abono verde nos ayuda a aportar materia orgánica, aumentar la cantidad de microorganismo y a corregir el pH del suelo.(M. García, 2002)

La incorporación del abono verde nos ayuda aportando nutrientes al suelo, para el aumento de rendimiento de cultivos siguientes.(Leyva, 2014)

14.7 Clase Textural del Suelo donde se Realizó el Ensayo

Tabla 18. Clase textural del suelo donde se realizó el ensayo.

Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural
53	39	8	Franco arenoso

Elaborado por: (Guamani ,2021)

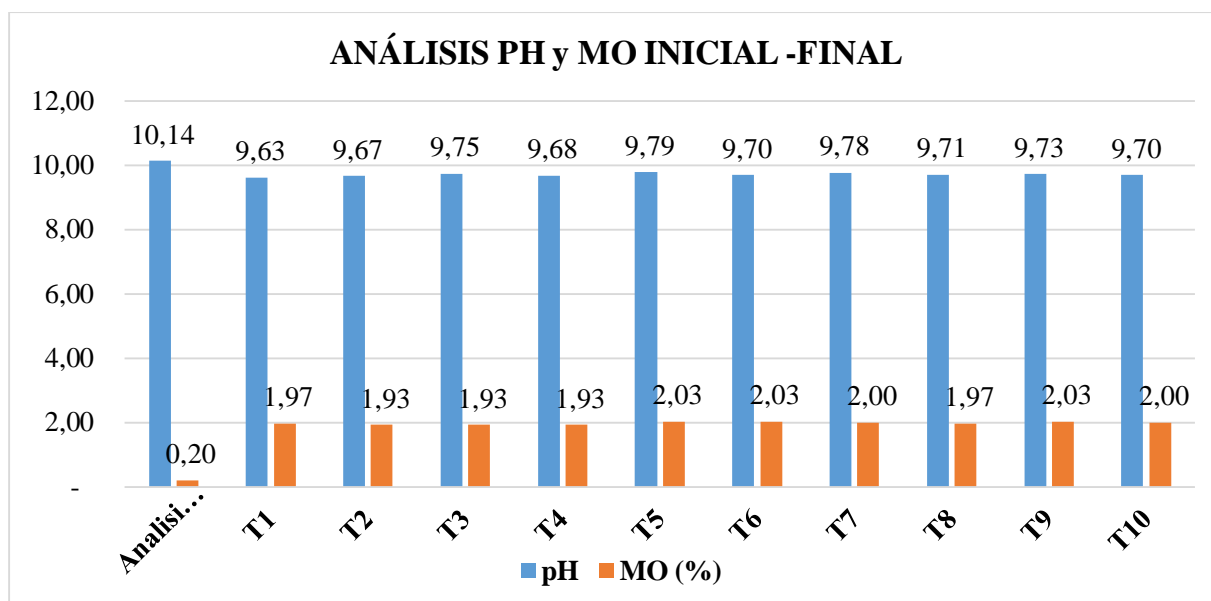
En esta tabla podemos observar la clase de suelo del ensayo, el laboratorio de la (UEA) nos dio los valores de arena con un 53%, limo con un 3% y arcilla con un 8% dando como resultado que tenemos un suelo Franco Arenoso.

Al finalizar estos análisis como resultado tenemos la densidad aparente, conductividad hidráulica y porosidad del suelo la cual nos indica que no tenemos tanto problema en la estructura del suelo y un bajo problema en las propiedades físicas, la cual nos dio a conocer la estructura del suelo, la limitante penetración de agua, la correcta aireación y un mayor porcentaje de porosidad

Este suelo Franco Arenoso, es un suelo que contiene bastante arena, pero también cuenta con limo y arcilla, lo cual otorga más coherencia entre partículas. (Sanchoyarto, 2019)

14.8 Análisis PH y MO Inicial-Final

Figura 7. Análisis PH y MO Inicial-Final.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

Al realizar este ensayo la materia orgánica en el suelo se inició con un 0,2%, luego de la incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*) se puede observar ciertos cambios, ya que la materia orgánica subió considerablemente en todos los tratamientos incluyendo el testigo, todos estos tratamientos, contenían enmiendas químicas al realizar la siembra de la avena (*Avena sativa L*) como abono verde.

(Casado & Mielgo, 2008) Manifiestan que los abonos verdes no aumentan el nivel de materia orgánica en los suelos.

En esta investigación se pudo observar el aumento considerable de la materia orgánica luego de la incorporación del abono verde, esto se debe a que el material que se incorporo estaba en su punto de desarrollo y se lo aplico con enmiendas químicas.

La materia orgánica nos ayuda a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. (Castro-Rincón et al., 2018)

Para obtener una materia orgánica depende mucho del material vegetal que se vaya a incorporar, en esta investigación la avena (*Avena sativa L*) como abono verde, apporto al aumento de materia orgánica y a mejorar considerablemente las propiedades químicas y físicas del suelo.

La materia orgánica nos ayuda a mejorar la estructura del suelo y a aumentar la capacidad de campo ya que nos favorece a tener una buena reserva de elementos nutritivos.(Gaviria O. et al., 1972)

Con la incorporación de abono verde avena (*Avena sativa L*), nos ayudó a conocer las propiedades físicas del suelo como la textura del suelo ya que tenemos una buena aireación, capacidad de retener el agua la cual nos ayuda a reservar los nutrientes en el suelo.

En el análisis realizado podemos observar el pH del suelo, al iniciar este ensayo se inició con un pH alto que fue de 10,14, y se puede observar que hubo cambios luego de la incorporación del abono verde con las enmiendas químicas.

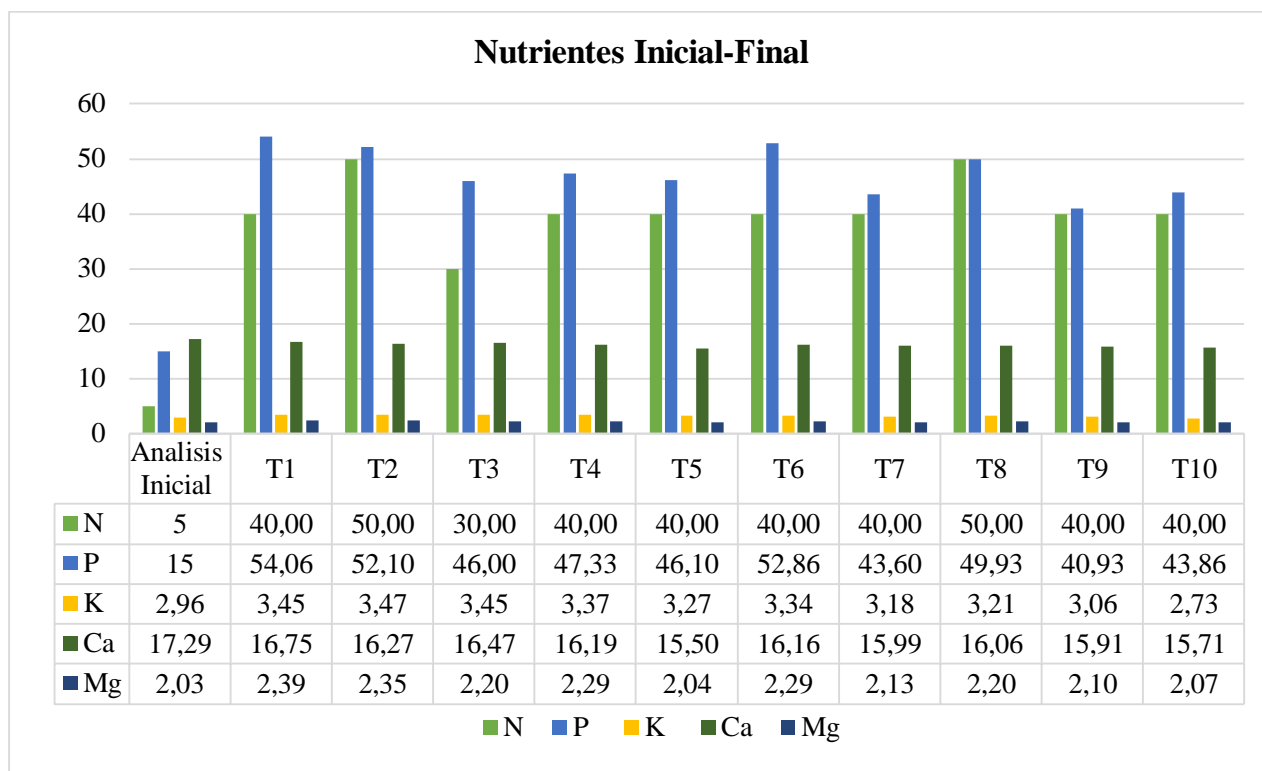
Se puede apreciar que los tratamientos incluyendo el testigo tuvieron un ligero cambio que bajo el pH a un promedio de 9,71 en todos los tratamientos esto nos ayuda a conocer que los tratamientos con las enmiendas químicas nos ayudaron a bajar el pH del suelo dando como resultado un suelo alcalino.

Estos tratamientos también tenían enmiendas químicas en diferentes dosis las cuales nos ayudaron a bajar el pH del suelo.

Una enmienda que fue utilizada como el azufre al ser aplicado en el suelo está sujeto a oxidación microbiana lo que lleva a una disminución del pH del suelo.(Sierra B et al., 2007)

14.9 Análisis de los Nutrientes Inicial-Final

Figura 8. Análisis de los nutrientes Inicial-Final.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

Al iniciar la investigación los nutrientes como: el nitrógeno, el fosforo, el potasio, el calcio y el magnesio tuvieron un porcentaje bajo antes de realizar el ensayo, una vez finalizado la investigación subió considerablemente los porcentajes de los nutrientes en cada tratamiento. (Ver Figura 13)

Empezando desde el nitrógeno este nutriente subió considerablemente en todos los tratamientos, luego de la incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*), la cual el abono verde nos ayudó a recuperar este nutriente que no había en el suelo antes del ensayo, en todos los tratamientos el nitrógeno se encuentra en un rango medio, con esto nos da a entender que el suelo tiene un porcentaje moderado de nitrógeno.

El nutriente nitrógeno está presente en suelos de mayor cultivo (cultivables) ya que procede de materiales varios como: abonos verdes, estiércol, restos de cultivos, etc. Este nutriente al ser incorporado al suelo sufre grandes transformaciones antes de ser utilizado por vegetales superiores.(Benimeli et al., 2019)

Los nutrientes como el nitrógeno, fósforo o potasio, son elementos que las plantas adquieren del suelo en forma de iones inorgánicos. (Perez, 2017)

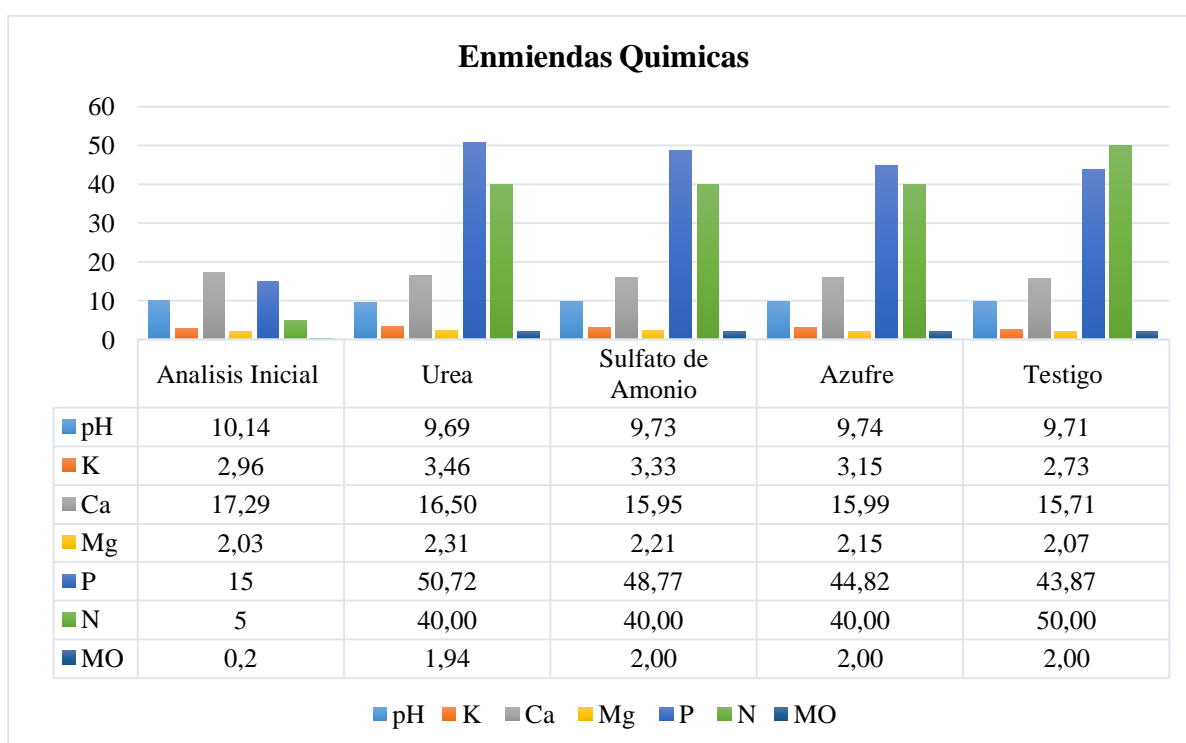
En el caso del fosforo se inició con un promedio bajo de 15%, el cual luego de la incorporación se fue modificando y finalmente obteniendo un promedio de 47,68% en todos los tratamientos luego de la incorporación del abono verde.

El fósforo en suelos básicos se inactiva fácilmente y con esto encontramos poco fosforo en el suelo, al momento de realizar un abonado este nutriente se va activando de una forma eficaz. (Fuentes, 1971)

Los demás nutrientes como el potasio, calcio y magnesio en todos los tratamientos incluyendo el testigo luego de la incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*) se indica claramente que subieron muy poco.

14.10 Enmiendas Químicas

Figura 9. Enmiendas Químicas.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

Las enmiendas químicas que se utilizó en el ensayo para la incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L*), son la Urea, el Sulfato de Amonio, el Azufre y el Testigo. (Ver Figura 14)

Estas enmiendas químicas utilizadas en el ensayo nos ayudaron a reducir el pH del suelo, según el análisis inicial con el final, en este caso el testigo al cual no se le aplico ningún tipo de enmienda química tubo una modificación la cual redujo el pH el cual inicio con pH de 10,14 y termino la investigación con pH de 9,71, las demás enmiendas también ayudaron a reducir el pH del suelo.

Los tratamientos con dosis de azufre al ser aplicado en el suelo está sujeto a una oxidación microbológica, la cual a través de esto se transforma a un sulfato en condiciones aeróbicas, lo cual ayuda a una disminución del pH del suelo.(Sierra B et al., 2007)

Los tratamientos con la enmienda urea también pueden producir una disminución de pH, o sea un aumento de la acidez producto de la liberación de iones de hidrógeno durante la nitrificación del amonio. En las prácticas puede aparecer, una pérdida de bases del suelo como son él (calcio, magnesio, potasio y sodio)(Fernández, 1984)

El Sulfato de Amonio es una fuente accesible de nitrógeno de baja concentración, y tiene un uso muy extendido en la agricultura y también es un componente relevante en la producción de fórmulas que están balanceadas de fertilización. Esta enmienda se lo aplica ampliamente al suelo de forma directa, y es una excelente fuente de fertilización en algunos cultivos ya que se extraen muchas cantidades de azufre del suelo en este caso los cultivos forrajeros; pastos, hortalizas, cereales y gramíneas, entre otros. Y debido a su baja concentración de nitrógeno esta es una fuente de fertilización muy costosa por unidad de nitrógeno. (Baffa et al., 2017)

14.11 Interpretación de las Propiedades Físicas

Tabla 19. Resultados de las características físicas del suelo por repeticiones.

Propiedades Físicas	Da Mg*m3	ksat(cm h ⁻¹)	Porosidad total (Pt) %
Repetición 1	0,97	0,59	38,05%
Repetición 2	0,99	0,59	39,67 %
Repetición 3	0,96	1,43	41,43 %

Elaborado por: (Guamani ,2021)

En el presente ensayo se realizó los análisis físicos del suelo luego de la incorporación del abono verde (*Avena sativa L*), en esta tabla podemos observar los porcentajes obtenidos de la densidad aparente, la conductividad hidráulica y la porosidad total del suelo de cada repetición.

La incorporación del abono verde nos ayuda a mejorar la estructura del suelo, tener una buena aireación y tener la capacidad de retener la humedad en el suelo, también nos ayuda a disminuir la erosión de los suelos.(San Román & Cárdenas, 2016)

Con estos porcentajes nos ayuda a saber que tenemos buena calidad física del suelo, ya que el valor crítico para la densidad aparente es 1.3 y podemos observar que en todas las repeticiones tenemos un valor casi igual que no presenta ningún problema.

La conductividad hidráulica de los suelos nos ayuda a expresar la velocidad de penetración del agua ya que esto se constituye un parámetro de gran importancia para la movilidad del agua, el valor crítico es de 0,5 ya que si el valor se encuentra por debajo de 0,5 el movimiento del agua es limitante y tendremos problemas de encharcamiento, con los valores que tenemos en la tabla nos da a conocer que en la repetición 3 el agua penetra de una forma normal al suelo. Y la repetición 1 y 2 penetra limitantemente, es decir lentamente.

La porosidad en este suelo nos indica que en las tres repeticiones encontramos mayor porcentaje de porosidad, y esto nos quiere decir que tenemos una correcta aireación y una buena retención de agua, ya que se encuentra dentro de los valores críticos para saber la porosidad del suelo.

Para obtener una correcta aireación del suelo y una excelente retención de agua, debemos saber que la porosidad del suelo se encuentre entre el 40 % y el 60 %. Los valores que son menores del límite inferior pueden crear problemas para la planta como puede ser

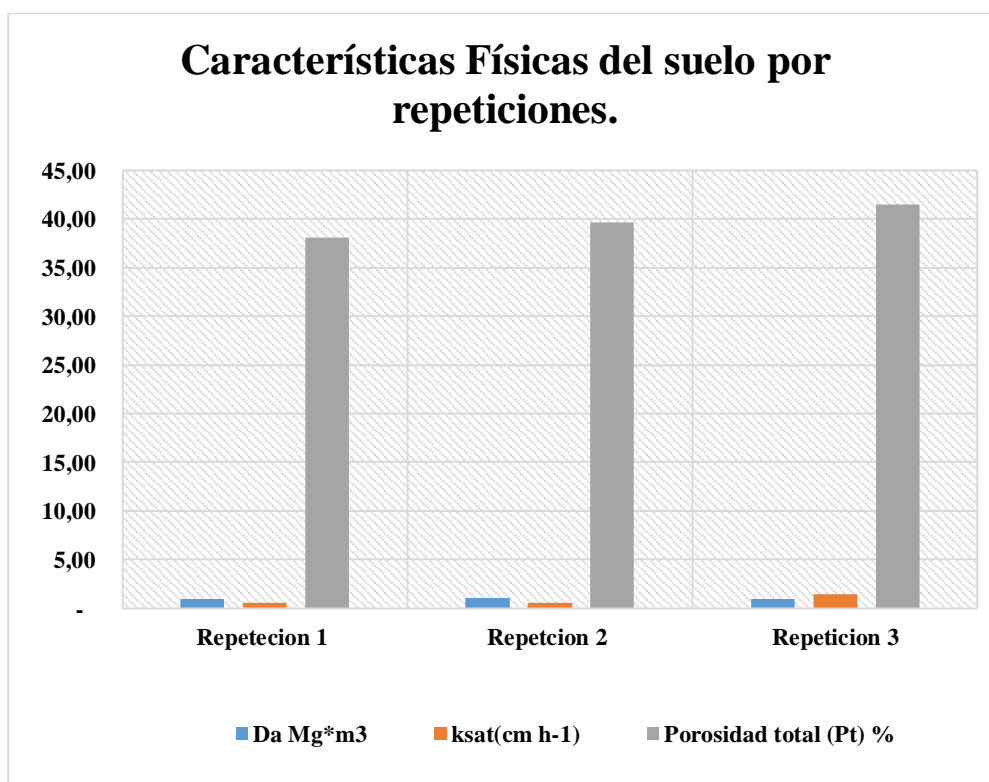
asfixia en las raíces, por ende, para una normal circulación debe ser por encima del 10% también un valor superior a los porcentajes dados sería una dificultad para el suelo y las raíces de las plantas.(ECA, 2013)

Con estos datos obtenidos en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), nos ayuda a conocer sobre las propiedades físicas del suelo donde se realizó el ensayo, los valores obtenidos nos indica que no tenemos tanto problema en la estructura del suelo.

Podemos sembrar cualquier cultivo que se adapte a este suelo ya que tenemos un porcentaje bajo de problemas físicos, por esta razón las raíces de las plantas, la aireación y el agua pueden penetrar con facilidad.

En las repeticiones del ensayo tenemos una buena porosidad del suelo de acuerdo a los valores obtenidos. (ver figura 15)

Figura 10. Características físicas por repeticiones.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

14.12 Densidad Aparente para la evaluación de las propiedades químicas y físicas luego de la incorporación del abono verde (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas.

Tabla 20. Densidad Aparente por tratamientos.

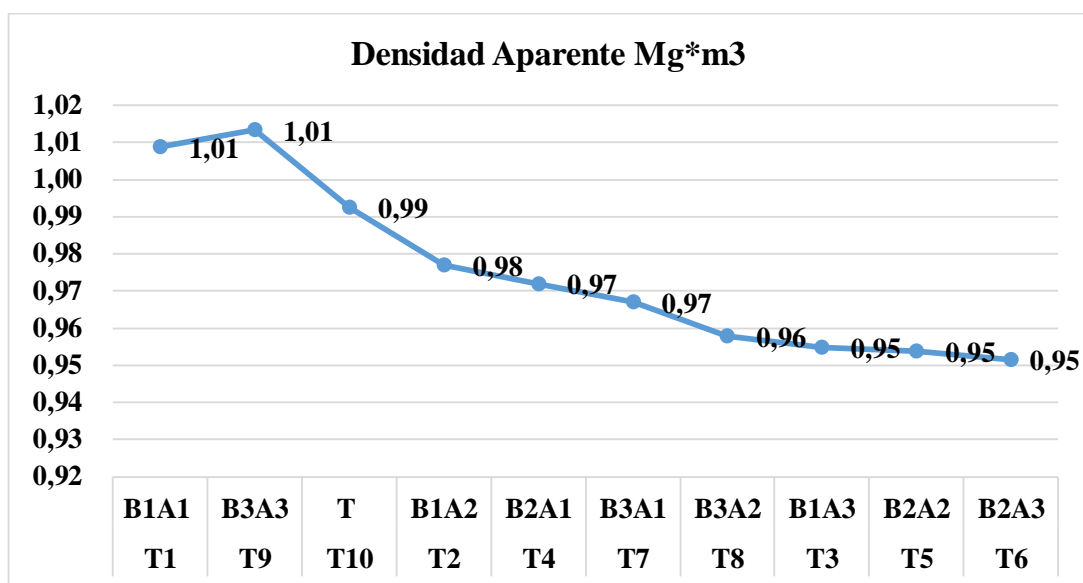
Tratamientos	Nomenclatura	Da Mg*m3
T1	B1A1	1,01
T9	B3A3	1,01
T10	T	0,99
T2	B1A2	0,98
T4	B2A1	0,97
T7	B3A1	0,97
T8	B3A2	0,96
T3	B1A3	0,95
T5	B2A2	0,95
T6	B2A3	0,95

Elaborado por: (Guamani ,2021)

En la siguiente tabla podemos observar la densidad aparente por tratamientos la cual el tratamiento 1 y el tratamiento 9 obtienen el primer lugar con estos porcentajes nos ayuda a conocer que en esos dos tratamientos se tiene una modera calidad de suelo y no presenta tanto problema con la compactación del suelo, ya que se asemeja al valor critico que es 1.3 y los demás tratamientos como el Tratamiento 6 tienen problemas para la resistencia del suelo y nos afectaría en la elongación de las raíces.(ver figura 16)

También los valores pueden llegar a ser inferiores a 0,25 Mg m-3 en algunos suelos como turbosos y también pueden llegar a ser superiores a 1,90 Mg m-3 en suelos mayormente compactados y en suelos minerales volcánicos los valores pueden aproximarse a 0,85 Mg m-3.(Rubio, 2010)

Figura 11. Densidad aparente por tratamientos.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

14.13 Conductividad Hidráulica para la evaluación de las propiedades químicas y físicas luego de la incorporación del abono verde (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas.

Tabla 21. Conductividad Hidráulica por tratamientos.

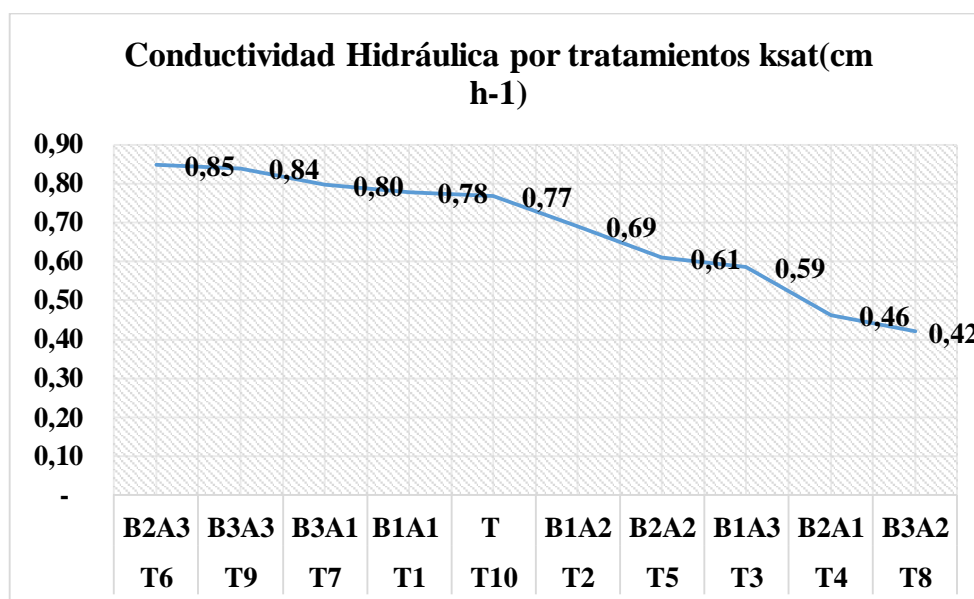
Tratamientos	Nomenclatura	ksat(cm h ⁻¹)
T6	B2A3	0,85
T9	B3A3	0,84
T7	B3A1	0,80
T1	B1A1	0,78
T10	T	0,77
T2	B1A2	0,69

T5	B2A2	0,61
T3	B1A3	0,59
T4	B2A1	0,46
T8	B3A2	0,42

Elaborado por: (Guamani ,2021)

En la siguiente tabla podemos observar la conductividad hidráulica por tratamientos la cual el tratamiento 6 y el tratamiento 9 obtienen el primer lugar con estos porcentajes nos ayuda a conocer que en estos tratamientos no presenta tanto problema al momento de penetrar el agua ya que está en un rango moderado de $0.5 \text{ (cm h}^{-1}\text{)}$ (Pacheco, 2005), este valor es crítico y expresa la velocidad de la penetración de agua en el suelo, dándonos a conocer que estos porcentajes obtenidos es bueno en este suelo, porque es eficiente al penetrar el agua y producir libre movimiento de agua en el suelo, al contrario de los demás tratamientos como el tratamiento 8, tienen problemas de movimiento de agua ya que es limitante y produciría problemas de encharcamiento.(ver figura 17)

Figura 12. Conductividad Hidráulica por tratamientos.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

14.14 Porosidad Total del suelo para la evaluación de las propiedades químicas y físicas luego de la incorporación del abono verde (*Avena sativa L*) con tres enmiendas químicas.

Tabla 22. Porosidad del suelo por tratamientos.

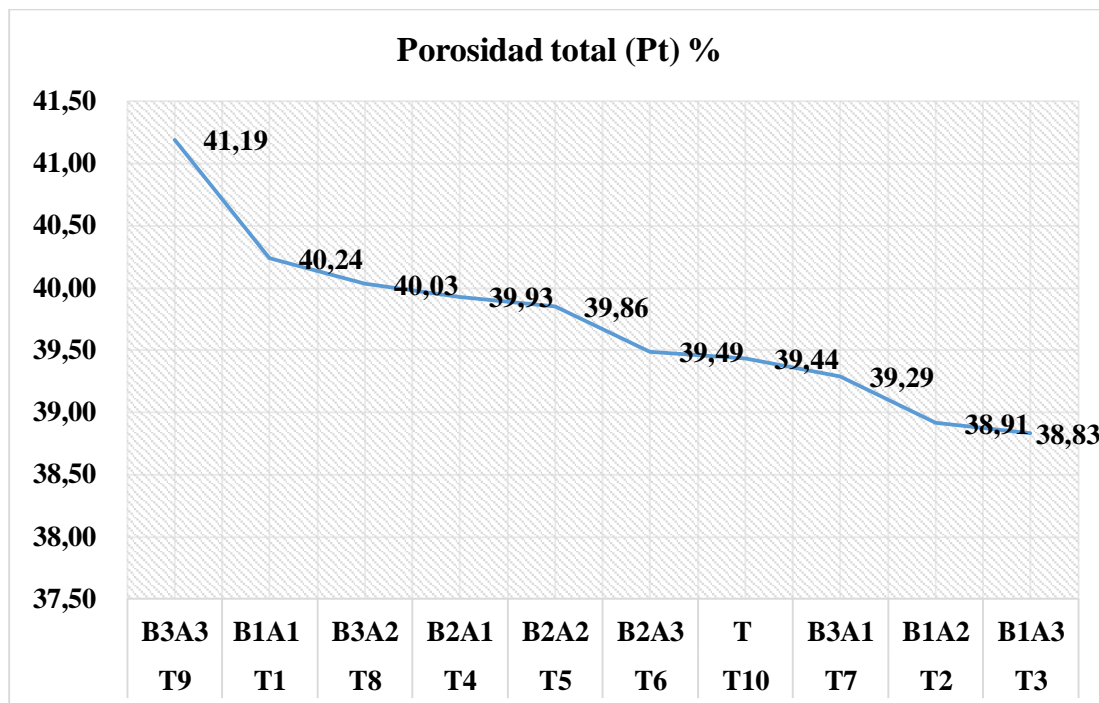
Tratamientos	Nomenclatura	Porosidad total (Pt) %
T9	B3A3	41,19
T1	B1A1	40,24
T8	B3A2	40,03
T4	B2A1	39,93
T5	B2A2	39,86
T6	B2A3	39,49
T10	T	39,44
T7	B3A1	39,29
T2	B1A2	38,91
T3	B1A3	38,83

Elaborado por: (Guamani ,2021)

En la siguiente tabla podemos observar la Porosidad Total del suelo por tratamientos la cual el tratamiento 9 y el tratamiento 1 tienen los primeros lugares ya que con los porcentajes expuestos nos ayuda a conocer que en estos tratamientos tenemos una correcta aireación y una buena retención de agua y no presenta problema de porosidad ya que se encuentra con los valores óptimos para un buen suelo, también los demás tratamientos no tienen tanto problema de porosidad ya que están por encima del valor

estimado. (ECA, 2013) manifiesta que el valor óptimo para una buena porosidad se encuentra entre el 40 % y el 60 % (ver figura 18)

Figura 13. Porosidad del suelo por tratamientos.



Elaborado por: (Guamani ,2021)

15. CONCLUSIONES

- ✓ El efecto de las enmiendas químicas en el cultivo de la avena (*Avena sativa L.*), para la incorporación del abono verde existió significancia en todas las variables, los resultados alcanzados en el número de plantas en un promedio de 482,2 plantas, en la altura de planta un promedio de 74 cm, en el peso de la biomasa un promedio de 2 kg, en la materia verde un porcentaje de 495g y la variable de materia seca un promedio de 265g.
- ✓ Se conoció las propiedades químicas del suelo, obteniendo como resultado la reducción del pH de 10,14 a un promedio de 9,7, dando como resultado que tenemos un suelo alcalino. Se obtuvo el 1,98% de materia orgánica, los nutrientes como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio subieron un 50% en todos los tratamientos luego de la incorporación del abono verde avena (*Avena sativa L.*).
- ✓ Mediante los análisis físicos realizados en el laboratorio se obtiene las propiedades físicas del suelo como la densidad aparente de 0,97 Mg*m³, una conductividad hidráulica de 0,98 cm h⁻¹ y una porosidad de 39,72% dando como resultado que tenemos un suelo Franco Arenoso con una adecuada aireación y una buena retención de agua la cual nos indica que no tenemos tanto problema en la estructura física de este suelo.

16. RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar evaluando este suelo con diferentes enmiendas químicas, abonos verdes, abonos orgánicos en diferentes cultivos, ya que obtuvimos resultados como la reducción del pH en el suelo, obtención de la materia orgánica, etc.
- ✓ Al momento de iniciar una investigación en este tipo de suelos se recomienda realizar análisis químicos, físicos y biológicos al inicio y al final de cada investigación.

17. REFERENCIAS

- Álvaro, G. J. (2019). El azufre y su importancia en el crecimiento vegetal. In *Fertibox*.
<https://www.fertibox.net/single-post/azufre-agricultura>
- Baffa, F., Carreras, N., Martínez, J. F., & Massolo, M. E. (2017). Proyecto Final: Sulfato De Amonio. *Universidad Tecnológica Nacional*.
- Barois, I. (2013). *El suelo es la neta del planeta*. Instituto de Ecología - INECOL.
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/473-el-suelo-es-la-neta-del-planeta>
- Benimeli, M. F., Plasencia, A., Corbella, R. D., Andina Guevara, D., Sanzano, A., Sosa, F. A., & Fernández de Ullivari, J. (2019). El nitrógeno del suelo. *Universidad Nacional de Tucumán*, 1–11.
<https://www.edafologia.org/app/download/7953478176/El+nitrogeno+del+suelo+2019.pdf?t=1563476239>
- Blanquer, G., Manuel, J., & Asensio, I. (2010). La consistencia del suelo. *Riu-Net-UPV*.
- Cañadas, E. M. (2008). Estudio de tierras agrícolas abandonadas en ambiente mediterráneo semiárido: vegetación, suelos y distribución espacial. Bases para la gestión. *Tesis Doctoral*, 345.
- Casado, G. I. G., & Mielgo, M. A. (2008). Uso de Abonos Verdes. *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino Secretaria General Técnica*.
- Castillo, C. (2015). Selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca Cuscamá el Tuma - La Dalia Matagalpa. *Investigación*, 1–92.
- Castro-Rincón, E., Mojica-Rodríguez, J. E., Corulla-Fornaguera, J. E., & Lascano-Aguilar, C. E. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 711.
<https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31612>
- Catalán, G. (2016). El pH del suelo en la agricultura. *AGROPAL*, 1.
<http://www.agropal.com/es/el-ph-del-suelo/>
- Chela, E., Monar, C., Valverde, F., & Cruz, E. (2008). Caracterización por erosión de las cuencas hidrográficas de la sierra ecuatoriana. *Congreso Ecuatoriano de La*

- Ciencia Del Suelo*, 10.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2513/1/iniapsc349e.pdf>
- Coronel, N. L. (2003). Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y plantas. *La Granja*, 1–2.
- Corrales-Maldonado, C. G., Vargas-Arispuro, I., Vallejo-Cohén, S., & Martínez-Téllez, M. A. (2014). Deficiencia De Azufre En Suelos Cultivables Y Su Efecto En La Productividad. *BIOTecnica*, 16(1), 38. <https://doi.org/10.18633/bt.v16i1.32>
- Cruzado, D. (2020). Efecto de la aplicación de enmiendas de origen mineral en el pH del suelo en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), distrito de Pólvora – Tocache – San Martín. *Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto*.
- Delgadillo, L. F., & Martínez, J. R. A. (2010). Instituto de Geología Manual de Procedimientos Analíticos Física de Suelos. *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Instituto de Geología Departamento de Edafología*.
- ECA. (2013). *Propiedades físicas. Porosidad*. Universidad de Extremadura.
<https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/ECAP/ECAL5PFPorosidad.htm>
- Eduardo Martínez, H., Juan Pablo Fuentes, E., & Edmundo Acevedo, H. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de La Ciencia Del Suelo y Nutricion Vegetal*, 8(1), 68–96. <https://doi.org/10.4067/s0718-27912008000100006>
- Escobar, P., Etcheverria, P., Vial, M., & Daza, J. (2020). Concepto de materia seca y su uso : guía práctica. *Instituto de Investigacion Agropecuarias, Mv*, 3.
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR42143.pdf>
- FAO. (2006). 7. *Estructura del Suelo*. Portal de Suelos.
http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s07.htm
- FAO. (2011). 6. *Textura Del Suelo 6.0*. Suelo, Textura.
http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm
- FAO. (2019). *Definiciones | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Portal de Suelos.

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

- Fermagri. (2011). Sulfato de amonio St. *Roth*, 2006(1907), 5000258.
<http://www.fermagri.com/sulfato-de-amonio-granular.html>
- Fernández, M. (1984). LA UREA, FERTILIZANTE NITROGENADO. *IPA La Platina* N° 26, 26–28.
- Fertilab. (2018). La Conductividad Hidráulica del Suelo. *Hidr, Conductividad*.
- Fuentes, L. (1971). Interpretación y análisis de suelos. *Investigaciones Geográficas*, 1(4). <https://doi.org/10.14350/rig.58865>
- García-Centeno, L. (2015). Metodología de campo para determinar la profundidad, la densidad aparente, materia orgánica e infiltración del agua en el suelo. *Unión Europea y UNAG - Nicaragua*, 1(32), 18.
- García, A. (2012). Los abonos verdes. *Agrocabildo*.
- GARCIA, F. O. (2008). Dinámica de nutrientes en el sistema suelo – planta Nitrógeno. *Ipti, Cl*.
- García, M. (2002). Estudio Comparativo De Diferentes Especies De Abonos Verdes Y Su Influencia En El Cultivo Del Maíz. *Cultivos Tropicales*, 23(3), 19–30.
- Gaviria O., J., Mora M., H., Gamboa J., J., & Guerrero R., R. (1972). Evaluación de métodos para la determinación de fósforo aprovechable en suelos volcánicos de la zona andina del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 4(1), 55–63.
- INTAGRI. (2017). *Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas* | *Intagri S.C. Serie Suelos*. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- Jarmillo, P. (2019). Sulfato de amonio. *La Colina, Agrotecnología*, 2006(1907), 1–18.
<https://lacolina.com.ec/producto/sulfato-de-amonio/>
- Jiménez, L. (2016). EFECTO DE OMISIÓN DE CINCO NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE AVENA (*Avena sativa*), PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA. *Universidad Central Del Ecuador*, 38–57.

- Leyva, M. (2014). *Revisión bibliográfica LA BIOMASA DE LOS CULTIVOS EN EL AGROECOSISTEMA . Review Biomass crops in the agroecosystem . Its benefits agroecological Anirebis Martínez Romero) y Angel Leyva Galán.*
- Lozano-Rivas, W. A. (2018). PH DEL SUELO. In Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio. *Suelos: Guía de Prácticas Simplificadas En Campo y Laboratorio, 1*, 64–66.
- Méndez, A. (2012). *Corrección de un suelo alcalino (pH básico)*. Ingeniería Agrícola - Agrológica. <http://blog.agrologica.es/correcion-de-un-suelo-alcalino-ph-basico/>
- Morales, E. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales Resumen. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10*, 1875–1886.
- Nicolás Ciancaglini- Prosap. (2000). Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. *INTA EEA San Juan, 10*.
http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO_R001_Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.pdf
- Osorio, N. W. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal, 1*(4), 4–7.
http://www.walterosorio.net/web/sites/default/files/documentos/pdf/1_4_pH del suelo y nutrientes_0.pdf
- Osuna-Ceja, E. S., Figueroa-Sandoval, B., Oleschko, K., Flores-Delgadillo, M. de L., Martínez-Menes, M. R., & González-Cossío, F. V. (2006). Efecto de la estructura del suelo sobre el desarrollo radicular del maíz con dos sistemas de labranza. *Agrociencia, 40*(1), 27–38.
- Pacheco, E. (2005). Analisis de metodos de estimacion de la conductividad hidraulica en suelos degradados. *Universidad de Cuenca (Programa Para El Manejo Del Agua y Del Suelo)*.
- Pellegrini, A. (2019). TEMA 3: “TEXTURA Y COLOR DEL SUELO.” *CURSO EDAFOLOGÍA DEPARTAMENTO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA Y FORESTALES U.N.L.P.*
- Perez, F. (2017). FISILOGIA VEGETAL PARTE III NUTRICIÓN MINERAL.

Universidad Nacional de Ucayali UNU, 4, 9–15.

- Pérez Rosales, A., Galvis Spínola, A., Bugarín Montoya, R., Hernández Mendoza, T. M., Vázquez Peña, M. A., & Rodríguez González, A. (2017). Capacidad de intercambio catiónico: descripción del método de la tiourea de plata (AgTU+n). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(1), 171.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v8i1.80>
- Ramirez, R. (1997). Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Suelos. *Convenio FENALCE-SENA-SAC*, 1, 10.
- Rivas, R. (2014). *Utilización de calcio agrícola para mejorar acidez, alcalinidad y salinidad*. Cultivos. <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/utilizacion-de-calcio-agricola-para-mejorar-acidez-alcalinidad-y-salinidad/>
- Roza-Delgado, B. D. La, Fernández, A. M., & Gutiérrez, A. A. (2011). Determinación De Materia Seca En Pastos Y Forrajes a Partir De La Temperatura De Secado Para Análisis. *Pastos*, 32(1), 91–104.
- Rubio, A. M. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales. *I*, 1(1), 88.
- San Román, L., & Cárdenas, J. (2016). Buenas prácticas para el desarrollo de agricultura sostenible y afrontar el cambio climático. *Prüica*, 11–14 y 53–57.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/4211/BVE17099223e.pdf;jsessionid=D9DDAD18C386DDBDEFBF8CA35095483E?sequence=1>
- Sanchez, I. (2020). *Suelos alcalinos, te mostramos cómo bajar el pH - Sembralia*. Sembralia. <https://sembralia.com/suelo-alcalino-ph/>
- Sanchez, Y. (2019). DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA PARA DIVERSAS MUESTRAS DE SUELO CAOLINÍTICO NO SATURADO CON ADICIÓN DE DIATOMEAS POR MEDIO DEL INFILTRÓMETRO MINIDISCO. *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C.*
- Sanchoyarto, R. (2019). *Texturas del Suelo en el Viñedo - Aprender de Vino*. Aprender de Vino. <https://www.aprenderdevino.es/suelos-textura/>
- Sanzano, A. (1999). El fósforo del suelo. *Química Del Suelo*, 1–4.

- Sanzano, A. (2019). El azufre del suelo. *Facultad de Agronomía y Zootecnia Universidad Nacional de Tucumán*, 1–6.
- Seminis. (2016). *¿Qué es el suelo? / Seminis. ¿Qué Es El Suelo?*
<https://www.seminis.mx/blog-que-es-el-suelo/>
- Sierra B, C., Lancelloti M, A., & Vidal P, I. (2007). AZUFRE ELEMENTAL COMO CORRECTOR DEL pH Y LA FERTILIDAD DE ALGUNOS SUELOS DE LA III Y IV REGIÓN DE CHILE. *Agricultura Tecnica*, 67(2), 173–181.
<https://doi.org/10.4067/S0365-28072007000200007>
- Suquilanda, M. (2008). El deterioro de los suelos en el ecuador y la producción agrícola. *XI Congreso Ecuatoriano de La Ciencia Del Suelo XI Congreso Ecuatoriano de La Ciencia Del Suelo*, 29–31.
- TRAXCO. (2017, December 5). *Avena - Cultivo, propiedades y producción ecológica*. Producción Agrícola . <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/avena>
- Valverde, F., & Cartagena, Y. (2009). Fertilizantes y enmiendas. *Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras*.
- Villase, D. (2016). Fundamentos y procedimientos para análisis físico morfológicos de suelos. *UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA*.

18. ANEXOS

Anexo 1. Aval de Traducción

***AVAL DE TRADUCCIÓN***


En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO, DESPUÉS DE LA INCORPORACIÓN DE ABONO VERDE AVENA (*AVENA SATIVA L*) CON TRES ENMIENDAS QUÍMICAS EN EL SECTOR SALACHE, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI 2021"**, presentado por: **Guzmani Oña Alex Dario**, egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2021

Atentamente,


MSc. Alison Méndez Barthelotty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0501801252



Anexo 2. Diseño de campo.

1,50 m. Ancho		5m. Largo		0,5. m Caminos	
Repetición 1		Repetición 2		Repetición 3	
B1A1		B3A1		B2A1	
B1A2		B3A2		B2A2	
B1A3		B3A3		B2A3	
B2A1		B1A1		Testigo	
B2A2		B1A2		B3A1	
B2A3		B1A3		B3A2	
B3A1		Testigo		B3A3	
B3A2		B2A1		B1A1	
B3A3		B2A2		B1A2	
Testigo		B2A3		B1A3	

Elaborado por: (Guamani ,2021)

Anexo 3. Presupuesto de la investigación.

ACTIVIDAD	NUMERO DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
INSUMOS			
Análisis de suelo químico	30	10	300
Análisis de suelo físico	30	6	180
Sub Total			480
MANO DE OBRA			
Realización del diseño	4	10	40
Incorporación del abono verde	3	5	15
Muestreo de suelo	5	5	25
Sub Total			80
EQUIPOS Y MATERIALES			
Piolas	2	2,5	5
Estacas	120	0,25	30
Letreros	33	1	33
Tubos	2	7,25	14,5
Manguera	1,5	28	42
Llovederas	5	4,75	23,75
Fundas de papel	1	2,5	2,5
Fundas zipper	3	1,75	5,25
Papel aluminio	1	2,25	2,25
Flexómetro	1	2	2
Libro de campo	1	2	2
Esferos	2	0,6	1,2
Marcador	2	0,5	1
Sub Total			164,45
TRANSPORTE			
Vehículo	20	5	100
Sub Total			100
IMPREVISTO	50		50
GASTO TOTAL			874,45

Elaborado por: (Guamani ,2021)

Anexo 4. Datos de los indicadores evaluados

de plantas

Repetición	tratamientos	nomenclatura	# de plantas
1	T1	B1A1	160
1	T2	B1A2	300
1	T3	B1A3	252
1	T4	B2A1	256
1	T5	B2A2	240
1	T6	B2A3	200
1	T7	B3A1	190
1	T8	B3A2	185
1	T9	B3A3	170
1	T10	T	123
2	T7	B3A1	157
2	T8	B3A2	175
2	T9	B3A3	150
2	T1	B1A1	152
2	T2	B1A2	150
2	T3	B1A3	180
2	T10	T	125
2	T4	B2A1	120
2	T5	B2A2	173
2	T6	B2A3	154
3	T4	B2A1	130
3	T5	B2A2	160
3	T6	B2A3	145
3	T10	T	90
3	T7	B3A1	130
3	T8	B3A2	150
3	T9	B3A3	110
3	T1	B1A1	130
3	T2	B1A2	85
3	T3	B1A3	80

Datos de los indicadores evaluados

Altura de la planta

Repetición	tratamientos	Nomenclatura	altura Max	altura min
1	T1	B1A1	80 cm	30cm
1	T2	B1A2	75cm	30cm
1	T3	B1A3	90cm	30cm
1	T4	B2A1	75cm	30cm
1	T5	B2A2	90cm	30cm
1	T6	B2A3	90cm	30cm
1	T7	B3A1	85cm	30cm
1	T8	B3A2	80cm	30cm
1	T9	B3A3	85cm	30cm
1	T10	T	70cm	25cm
2	T7	B3A1	80cm	25cm
2	T8	B3A2	80cm	25cm
2	T9	B3A3	90cm	25cm
2	T1	B1A1	60cm	20cm
2	T2	B1A2	60cm	20cm
2	T3	B1A3	80cm	20cm
2	T10	T	60cm	20cm
2	T4	B2A1	60cm	20cm
2	T5	B2A2	70cm	20cm
2	T6	B2A3	60cm	20cm
3	T4	B2A1	70cm	25cm
3	T5	B2A2	70cm	25cm
3	T6	B2A3	60cm	30cm
3	T10	T	50cm	20cm
3	T7	B3A1	70cm	25cm
3	T8	B3A2	70cm	25cm
3	T9	B3A3	85cm	40cm
3	T1	B1A1	90cm	35cm
3	T2	B1A2	85cm	20cm
3	T3	B1A3	70cm	40cm

Datos de los indicadores evaluados

Peso de la biomasa

Repetición	tratamientos	Nomenclatura	peso de biomasa (Kg)
1	T1	B1A1	2
1	T2	B1A2	2,5
1	T3	B1A3	3
1	T4	B2A1	2
1	T5	B2A2	2,5
1	T6	B2A3	2,5
1	T7	B3A1	2,5
1	T8	B3A2	2,3
1	T9	B3A3	2
1	T10	T	1
2	T1	B3A1	2,2
2	T2	B3A2	2,1
2	T3	B3A3	1,5
2	T4	B1A1	1,5
2	T5	B1A2	1,3
2	T6	B1A3	2,3
2	T7	T	0,5
2	T8	B2A1	1
2	T9	B2A2	1,4
2	T10	B2A3	1,3
3	T1	B2A1	1,3
3	T2	B2A2	1,3
3	T3	B2A3	1,7
3	T4	T	0,5
3	T5	B3A1	0,9
3	T6	B3A2	1
3	T7	B3A3	1
3	T8	B1A1	3
3	T9	B1A2	1,5
3	T10	B1A3	1

Datos de los indicadores evaluados

Materia verde y porcentaje de materia seca

Repetición	tratamientos	Nomenclatura	materia verde (g)	materia seca (g)
1	T1	B1A1	191,5	96,8
1	T2	B1A2	179,7	92,4
1	T3	B1A3	219,9	117,6
1	T4	B2A1	165,8	84,2
1	T5	B2A2	229,8	112,3
1	T6	B2A3	255,1	139,4
1	T7	B3A1	211,9	137,1
1	T8	B3A2	222,7	102,7
1	T9	B3A3	185,1	85,2
1	T10	T	113,2	55,3
2	T7	B3A1	314,8	176,8
2	T8	B3A2	341,1	198,2
2	T9	B3A3	144,7	83,8
2	T1	B1A1	146,2	70,1
2	T2	B1A2	177,1	99,8
2	T3	B1A3	219,1	125,4
2	T10	T	135	36,2
2	T4	B2A1	195,5	104,8
2	T5	B2A2	122,6	63,6
2	T6	B2A3	128,5	72
3	T4	B2A1	78,3	41,2
3	T5	B2A2	152,2	80,3
3	T6	B2A3	162,3	95,5
3	T10	T	32,10	16,20
3	T7	B3A1	90,5	53,3
3	T8	B3A2	74,4	45,2
3	T9	B3A3	110,6	67,1
3	T1	B1A1	91,9	58,5
3	T2	B1A2	82,1	52,4
3	T3	B1A3	182,1	88,6


Anexo 5.- Hoja de Vida del Estudiante



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES:

TIPO	CIPAS	NACIONALIDAD	APELLIDO	APELLIDO M	NOMBRE	FNAC	EST CIVIL	SEXO	GENERO
C	0580206006	ECU	GUAMAN	OÑA	ALEX DAVID	190021998	SOLTERO/A	M	HETEROSEXUAL



BANGRE	DISCAPACIDAD	%	CONADIS	ETNIA	NACION INDIGENA
O+	NINGUNA		0 No aplica	MESTIZO	NO APLICA

LUGAR NAC	RESIDENCIA	CONVENC	CELULAR	DIRECCION
ECU_050051	ECU_050051	062790499	0990738823	PARRQUIA CANCHAGUA SECTOR EL ESTADIO CALLE SIMON BOLIVAR

MAIL PERSONAL	MAIL INST
ALEX.GUAMAN3015@GMAIL.COM	ALEX.GUAMAN3015@UTC.EDU.EC

DATOS ACADÉMICOS:

TITULO	NOMBRE	AREA	SUBAREA	PAIS	SENESCYT
--------	--------	------	---------	------	----------

CURSOS Y CERTIFICADOS:

TIPO	NOMBRE	INSTITUCION	HORAS	FECHA
------	--------	-------------	-------	-------

PUBLICACIONES DE LIBROS O REVISTAS:

TIPO	TITULO	PAG	EDIC	AÑO	ISBN
------	--------	-----	------	-----	------

EXPERIENCIA LABORAL:

TIPO	INSTITUCION	CARGO	CATEDRA	INICIO	FIN	REFERENCIA	TLF-REF
------	-------------	-------	---------	--------	-----	------------	---------

DATOS LABORALES INSTITUCIONALES:

ORGANICO	COD ORGAN	REL-LAB	SITUACION	SEDE	CAMPUS	ESTADO	RMU	DEDICACION
PUESTO OFICIAL				PUESTO EJERCE				
FACULTAD				CARRERA				
MODALIDAD		F.1er.IN.SEC.PUB			F.IN.PUESTO			

DATOS FAMILIARES:

CIPAS	FNACIMIENTO	APELLIDOS	NOMBRES	PARENTEZCO	DISCAPACIDAD	CONADIS
0580206006	01/01/1900			GRUPO FAMILIAR		
DIRECCION				TLF CEL		TLF CONV
ECU_050051				SI		

Anexo 6.- Hoja de vida de la Tutora

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Unidad de Administración de Talento Humano		 SITH Sistema informático Integrado de Talento Humano				
FECHA SITH								
								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CEDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANO	1803902907			GUADALUPE DE LAS MERCEDES	LOPEZ CASTILLO	01/01/1964		DIVORCIADA
TELÉFONOS		DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARRQUIA
32808431	0994710333	PRIMERO DE ABRIL	ROOSEVELT	5N	INGRESO A BETHEMITAS	COTOPAXI	LATAJUNGUA	IGNACIO FLORES
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTODENIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTODENIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
32266164		guadalupe_lopez@utcp.edu.ec	guadalupe_lopez@hotmail.com	MESTIZO				
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	Nº DE REGISTRO (SENESCYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERÍODOS APROBADOS	TIPO DE PERÍODO	PAÍS
TERCER NIVEL		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	INGENIERO AGRÓNOMO		AGRICULTURA		OTROS	ECUADOR
4TO NIVEL - MAESTRÍA		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	MAGISTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN				OTROS	ECUADOR

Ing. Guadalupe López

Anexo 8. Análisis químicos Final



Universidad Estatal Amazónica

Laboratorio de suelos

Km 2 1/2 via Puyo Tena (Paso Lateral)

(Puyo, Pastaza, Ecuador)

Campus Principal 032 889118



Arena (%)		Análisis Químicos					Clase textural	
53		Limo (%)		Arcilla (%)		Franco arenoso		
39		8						
Localización	pH	K (Cmol/kg)	Ca (Cmol/kg)	Mg (Cmol/kg)	P (mg kg ⁻¹)	NT (%)	MO (%)	
2800 msnm								
T1	9,63	3,45	16,75	2,39	54,07	0,04	1,97	
T2	9,67	3,47	16,27	2,36	52,10	0,05	1,93	
T3	9,75	3,45	16,47	2,20	46,00	0,04	1,93	
T4	9,68	3,37	16,19	2,29	47,33	0,04	1,93	
T5	9,79	3,27	15,50	2,04	46,10	0,04	2,03	
T6	9,71	3,35	16,16	2,29	52,87	0,04	2,03	
T7	9,78	3,18	15,99	2,13	43,60	0,04	2,00	
T8	9,72	3,21	16,06	2,20	49,93	0,05	1,97	
T9	9,73	3,06	15,91	2,11	40,93	0,04	2,03	
T10	9,71	2,73	15,71	2,07	43,87	0,05	2,00	

Docente - Investigador Titular: Dr. Carlos A. Bravo Medina, PhD

Laboratorista: Ing. Thony Huera, PhD

Anexo 9. Análisis químico final con enmiendas químicas.



Universidad Estatal Amazónica
Laboratorio de suelos
Km 2 1/2 vía Puyo Tena (Paso Lateral)
(Puyo, Pastaza, Ecuador)
Campus Principal 032 889118



Análisis Químicos con Enmiendas							
	pH	K (Cmol/kg)	Ca (Cmol/kg)	Mg (Cmol/kg)	P (mg kg ⁻¹)	NI (%)	MO (%)
UREA	9,69	3,46	16,50	2,31	50,72	0,04	1,94
SULFATO DE AMONIO	9,73	3,33	15,95	2,21	48,77	0,04	2,00
AZUFRE	9,74	3,15	15,99	2,15	44,82	0,04	2,00
TESTIGO	9,71	2,73	15,71	2,07	43,87	0,05	2,00

Docente - Investigador Titular: Dr. Carlos A. Bravo Medina, PhD

Laboratorista: Ing. Thony Huera, PhD

Anexo 10. Análisis Físicos.



Universidad Estatal Amazónica
 Laboratorio de suelos
 Km 2 1/2 via Puyo Tena (Paso Lateral)
 (Puyo, Pastaza, Ecuador)
 Campus Principal 032 889118



Resultados Físicos						
Tratamientos	Nomenclatura	Da Mg ⁺ m ³	ksat(cm h ⁻¹)	Porosidad De aireación (Pa) %	Porosidad de retención (Pr)%	Porosidad total (Pt) %
T1	B1A1	1,01	0,78	6,86	33,38	40,24
T2	B1A2	0,98	0,69	7,14	31,78	38,91
T3	B1A3	0,95	0,59	6,53	31,02	38,83
T4	B2A1	0,97	0,46	5,85	34,08	39,93
T5	B2A2	0,95	0,61	5,36	34,49	39,86
T6	B2A3	0,95	0,85	6,30	33,19	39,49
T7	B3A1	0,97	0,80	6,32	32,97	39,29
T8	B3A2	0,96	0,42	7,36	32,67	40,03
T9	B3A3	1,01	0,84	6,47	34,72	41,19
T10	T	0,99	0,77	6,59	32,84	39,44

Docente - Investigador Titular: Dr. Carlos A. Bravo Medina, PhD

Laboratorista: Ing. Thony Huera, PhD

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Toma de muestras de materia verde.



Fotografía 2. Toma de muestras para el porcentaje de materia seca.



Fotografía 3. Preparación del terreno



Fotografía 4. Incorporación del Abono verde avena (*Avena sativa* L).



Fotografía 5. Rotulación de los tratamientos y implementación del sistema de riego.



Fotografía 6. Remoción de las parcelas demostrativas cada 15 días.



Fotografía 7. Toma de muestras químicas del suelo.



Fotografía 8. Toma de muestras físicas del suelo.



Fotografía 9. Toma de muestras químicas y físicas previas para él envío al Laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (UEA).



Fotografía 10. Muestras químicas previas a ser analizadas.

