



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE AGROMOMÍA

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa L.*) DE HOJA MORADA EN SUELOS EROSIONADOS CON 4 MULCH ORGÁNICOS EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024”**

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

**Autor:**

Moreno Moreno Marlon Hernan

**Tutora:**

López Castillo Guadalupe de las Mercedes

**LATACUNGA – ECUADOR**

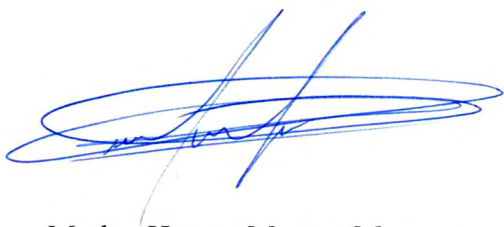
**Agosto 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Marlon Hernan Moreno Moreno, con cédula de ciudadanía No. 0503882334, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa L.*) DE HOJA MORADA EN SUELOS EROSIONADOS CON CUATRO MULCH ORGÁNICOS EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024”, siendo la Ingeniera Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, 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, 08 de agosto del 2024



Marlon Hernan Moreno Moreno  
C.C. 0503882334  
**ESTUDIANTE**

## 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 **MORENO MORENO MARLON HERNAN**, identificada con cédula de ciudadanía **0503882334** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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 Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa L.*) DE HOJA MORADA EN SUELOS EROSIONADOS CON CUATRO MULCH ORGÁNICOS EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024”**, 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: mayo 2020 - septiembre 2020

Finalización de la carrera: abril 2024 – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 febrero del 2024

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

Tema: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa L.*) DE HOJA MORADA EN SUELOS EROSIONADOS CON CUATRO MULCH ORGÁNICOS EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024”**,

**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.
- e) 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.

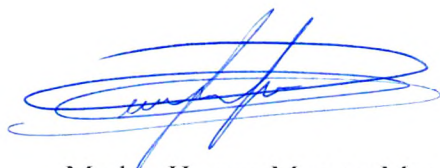
**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**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 de Latacunga, a los 08 días del mes de agosto del 2024.



Marlón Hernan Moreno Moreno  
**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa* L.) DE HOJA MORADA EN SUELOS EROSIONADOS CON CUATRO MULCH ORGÁNICOS EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024”** de Moreno Moreno Marlon Hernan, de la carrera de Agronomía, 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, 08 de agosto del 2024



Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.  
C.C: 1801902907

**DOCENTE TUTORA**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

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: Moreno Moreno Marlon Hernan, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa L.*) DE HOJA MORADA EN SUELOS EROSIONADOS CON CUATRO MULCH ORGÁNICOS EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024”** 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 grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 08 de agosto del 2024



Ing. Jorge Fabian Troya Sarzosa, PhD.  
CC: 0501645568  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.  
CC: 1002749800  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, MSc.  
CC: 0501604409  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Este proyecto de investigación de ingeniería y el resultado de mi formación, se la debo primeramente a Dios por no dejarme solo ni un solo instante en el camino de mi vida, luego a mis abuelitos Ángel y Rosa que han estado en mi niñez guiándome por el buen camino, a mis padres y hermanas también que tiene un papel fundamental en mi formación personal y profesional, a mi compañera de vida Diana por sus consejos y fuerza para no decaer y como no agradecer a la Ing., Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg., por haber confiado en mí para que este proyecto de investigación se lleve a cabo con gran éxito.*

**Marlon Hernan Moreno Moreno**

***DEDICATORIA***

*A mi abuelita Rosa que ha sido parte de este nuevo paso de mi vida, a mi madre Mónica que me apoyado en los momentos más difíciles de mi vida.*

***Marlon Hernan Moreno Moreno***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA LECHUGA CRESPA (*LACTUCA SATIVA L.*) DE HOJA MORADA EN SUELOS EROSIONADOS CON CUATRO MULCH ORGÁNICOS EN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024”**

**AUTOR:**  
Moreno Moreno Marlon Hernan

**RESUMEN**

La investigación se realizó con la finalidad de recuperar y conservar suelos, se evaluó el comportamiento de la lechuga crespa (*Lactuca sativa L.*) de hoja morada en suelos erosionados con cuatro mulch orgánicos en Salache, Latacunga, Cotopaxi. Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 5 repeticiones con un total de 25 unidades experimentales. Los resultados determinaron mayor efectividad en T4 (heno) basado en los indicadores como: número de plántulas adaptadas (91,9%); altura de planta (11,96 cm); diámetro (16,7cm); número de hojas (22); peso de la cosecha parcela (86,04kg); en arvenses, diversidad (0,41) y dominancia (0,42); en las características físicas del suelo, en temperatura (21,54 °C); humedad (63,38 g/m<sup>3</sup>); en las características químicas del suelo en ph (9,05); materia orgánica (0,46): en fósforo P (12,79 ppm); N (10,10); el T3 (cascarilla de arroz) K (2,98 meq/100g); Ca (21,83 meq/100g) y el T2 (sigse) Mg (3,26 meq/100g); MO (1,20). En características biológicas hubo presencias de microorganismos patógenos, benéficos y saprofitos. Finalmente, el mejor costo beneficio fue el T4 (heno) con un valor de (0.67\$) el mismo que se constituyó como una alternativa para los agricultores en la conservación de suelos, ya que se adapta con gran eficiencia al cultivo de lechuga morada.

**Palabras clave:** Mulch orgánicos, cultivo de lechuga, conservación de suelos, erosión.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF PURPLE-LEAFED CURLY LETTUCE (LACTUCA SATIVA L.) IN ERODED SOILS USING FOUR ORGANIC MULCHES IN SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2024".**

**AUTHOR:**  
Moreno Moreno Marlon Hernan

**ABSTRACT**

The research was conducted with the aim of recovering and conserving soils. The behavior of purple-leafed curly lettuce (*Lactuca sativa* L.) was evaluated in eroded soils using four organic mulches in Salache, Latacunga, Cotopaxi. A Completely Randomized Block Design (CRBD) was applied with 5 treatments and 5 repetitions, totaling 25 experimental units. The results determined that T4 (hay) was the most effective based on indicators such as: number of adapted seedlings (91.9%); plant height (11.96 cm); diameter (16.7 cm); number of leaves (22); harvest weight per plot (86.04 kg); in weeds, diversity (0.41) and dominance (0.42); in soil physical characteristics, temperature (21.54 °C); moisture (63.38 g/m<sup>3</sup>); in soil chemical characteristics, pH (9.05); organic matter (0.46); phosphorus P (12.79 ppm); nitrogen N (10.10); in T3 (rice husk) potassium K (2.98 meq/100g); calcium Ca (21.83 meq/100g), and in T2 (sigse) magnesium Mg (3.26 meq/100g); organic matter (1.20). In biological characteristics, the presence of pathogenic, beneficial, and saprophytic microorganisms was observed. Finally, the best cost-benefit ratio was achieved with T4 (hay), with a value of (\$0.67), making it a viable alternative for farmers in soil conservation, as it adapts efficiently to the cultivation of purple lettuce.

**Keywords:** Organic mulches, lettuce cultivation, soil conservation, erosion.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4.1 Beneficiarios directos.....	3
4.2 Beneficiarios indirectos.....	3
5. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
6. OBJETIVOS .....	5
6.1 Objetivo General .....	5
6.2 Objetivos Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	7
8.1 Cultivo de lechuga crespa. ....	7
8.2 Importancia del cultivo en la agricultura.....	7
8.3 Descripción taxonómica.....	7
8.4 Descripción botánica. ....	8
8.4.1 Sistema radicular.....	8
8.4.2 Semillas. ....	8
8.4.3 Tallos.....	8
8.4.4 Hojas. ....	8
8.5 Variedad lechuga. ....	8
8.6 Requerimiento del cultivo. ....	9
8.6.1 Temperatura optima. ....	9
8.6.2 Precipitación. ....	9
8.6.3 Altitud. ....	9
8.6.4 Suelos.....	9
8.7 Plagas del cultivo de lechuga. ....	10
8.8 Enfermedades del cultivo de lechuga.....	11
8.9 Suelos. ....	11
8.9.1 Suelos erosionados. ....	12
8.9.2 Principales consecuencias que producen los suelos erosionados. ....	12

8.9.3 Técnicas para la recuperación y conservación de suelos erosionados.....	12
8.10 Mulch orgánico. ....	13
8.11 Pautas para la aplicación de mulch.....	13
8.11.1 Grosor de capa. ....	13
8.11.2 Problemas asociados con el manejo inapropiado del mulch.....	14
8.12 Efectos del mulch orgánico sobre el suelo. ....	14
8.12.1 Control de vegetación sobre el suelo. ....	15
8.14 Mulch orgánicos para la investigación. ....	15
8.14.1 Carbón. ....	15
8.14.2 Sigse.....	15
8.14.3 Cascarilla de arroz. ....	16
8.14.4 Heno.....	16
9. HIPOTESIS.....	17
9.1 Hipótesis alternativa.....	17
9.2 Hipótesis nula.....	17
9.3 Operacionalización de variables.....	17
9.4 Variables en estudio.....	19
9.4.1 Porcentaje de prendimiento. ....	19
9.4.2 Altura de la planta.....	19
9.4.3 Diámetro de planta.....	19

9.4.4 Días a la cosecha.....	19
9.4.5 Número de hojas.....	19
9.4.6 Diversidad de arvenses.....	19
9.4.7 Incidencia de arvenses dominancias relativas.....	20
9.4.8 Características químicas del suelo.....	20
9.4.9 Características biológicas del suelo.....	20
9.4.10 Rendimiento de cosecha.....	20
9.5 Factores en estudio.....	21
9.5.1 Mulch orgánicos.....	21
9.5.2 Tratamientos del ensayo experimental.....	21
9.5.3 Diseño experimental.....	22
9.5.4 Características del área de ensayo.....	22
9.6 Análisis estadístico.....	23
9.6.1 Diseño del esquema del (ADEVA).....	23
9.7 Procedimiento de la investigación.....	23
9.7.1 Ubicación del proyecto.....	23
9.7.2 Caracterización del área de estudio.....	24
9.7.3 Identificación y rotulación del diseño experimental.....	24
9.7.4 Levantamiento de parcelas.....	24
9.7.5 Aplicación de abono de fondo.....	24

9.7.6 Trazado de parcelas. ....	24
9.7.7 Hoyado.....	24
9.7.8 Trasplante.....	25
9.7.9 Aplicación de los mulch orgánicos. ....	25
9.7.10 Riego.....	25
9.7.11 Limpieza. ....	25
9.7.12 Cosecha.....	25
9.7.13 Tabulación de datos. ....	25
9.7.14 Análisis de suelo final.....	26
9.7.15 Análisis costo/beneficio.....	26
10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
10.1 Metodología. ....	26
10.1.1 Tipo de investigación.....	26
10.1.2 Tipo de método. ....	26
10.1.3 Modalidad de la investigación.....	27
10.2 Materiales, equipos e insumos. ....	28
10.2.1 Materiales. ....	28
10.2.2 Equipos. ....	28
10.2.3 Insumos.....	28
10.3 Caracterización de área de investigación. ....	29

10.4 Mapa del área de investigación. ....	30
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	30
11.1 Variables en estudio.....	30
11.1.1 Porcentaje de prendimiento. ....	30
11.1.2 Altura de planta.....	33
Altura de la planta en cm en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ).....	33
11.1.3 Diámetro superior. ....	35
11.1.4 Número de hojas. ....	37
11.1.5 Diversidad de arvenses. ....	39
11.1.6 Dominancia de arvenses. ....	41
11.1.7 Peso de lechuga cosechada. ....	45
11.1.8 Características químicas del suelo. ....	46
11.1.10 Características biológicas del suelo. ....	57
11.1.11 Costo-beneficio. ....	60
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOLIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS).....	61
12.1 Técnicos. ....	61
12.2 Sociales.....	62
12.3 Ambientales.....	62
12.4 Económicos. ....	62

13. CONCLUSIONES .....	63
14. RECOMENDACIONES.....	64
15. BIBLIOGRAFÍA .....	65
16.ANEXOS .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Actividades y sistema de tareas en relación con los componentes .....	6
<b>Tabla 2:</b> Descripción de la taxonomía del cultivo de lechuga.....	7
<b>Tabla 3:</b> Composición elemental del carbón.....	15
<b>Tabla 4:</b> Composición elemental de la cascarilla de arroz.....	16
<b>Tabla 5:</b> Composición elemental del heno .....	16
<b>Tabla 6:</b> Operacionalización de variables .....	17
<b>Tabla 7:</b> Tratamientos del ensayo de investigación .....	21
<b>Tabla 8:</b> Características del ensayo .....	22
<b>Tabla 9:</b> Esquema de ADEVA.....	23
<b>Tabla 10:</b> Caracterización del sitio de investigación.....	29
<b>Tabla 11:</b> ADEVA variable porcentaje de prendimiento.....	30
<b>Tabla 12:</b> Medias para la variable al 5% para la variable porcentaje de prendimiento .....	31
<b>Tabla 13:</b> ADEVA para la variedad altura de planta .....	33
<b>Tabla 14:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta en los 15, 30, 45 y 60 días. .....	33
<b>Tabla 15:</b> ADEVA para variable diámetro superior de la lechuga .....	35
<b>Tabla 16:</b> Medidas para la variable diámetro superior de la planta en los 15, 30, 45 y 60 días. .	35
<b>Tabla 17:</b> ADEVA para variable número de hojas. ....	37
<b>Tabla 18:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas de la planta en los 45 y 60 días. .....	37
<b>Tabla 19:</b> ADEVA para la variable Diversidad de arvenses.....	39
<b>Tabla 20:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variedad Diversidad de arvenses.....	39
<b>Tabla 21:</b> ADEVA para la variable Dominancia de arvenses.....	41
<b>Tabla 22:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variedad Dominancia de arvenses a los 15 días. ....	42
<b>Tabla 23:</b> Medias para la variable Dominancia de arvenses a los 30 y 60 días. ....	42
<b>Tabla 24:</b> ADEVA para la variable Peso de lechuga cosechada.....	45
<b>Tabla 25:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Peso de lechuga cosechada.....	45
<b>Tabla 28:</b> ADEVA para la variable de temperatura del suelo de los 15, 30 ,45 y 60 días.....	47

<b>Tabla 29:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable temperatura del suelo en los 15, 30, 45 y 60 días. .....	47
<b>Tabla 30:</b> ADEVA para la variable de humedad del suelo de los 15, 30 ,45 y 60 días. ....	49
<b>Tabla 31:</b> Media para la variable de humedad del suelo de los 15, 30 ,45 y 60 días. ....	49
<b>Tabla 32:</b> Resultados de macronutrientes del suelo. ....	51
<b>Tabla 33:</b> Resultados meso nutrientes del suelo. ....	52
<b>Tabla 34:</b> Análisis de los micronutrientes del suelo.....	54
<b>Tabla 35:</b> Microorganismos identificados del suelo .....	58
<b>Tabla 36:</b> Costo beneficio del proyecto de investigación implementada.....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Mapa del sitio establecido para la investigación .....	30
<b>Gráfico 2:</b> Medidas de la variable en porcentaje de prendimiento .....	32
<b>Gráfico 3:</b> Medidas de la variable altura de planta en los 15, 30, 45 y 60 días. ....	34
<b>Gráfico 4:</b> Medias de la variable diámetro superior de la lechuga en los 15, 30, 45 y 60 días....	36
<b>Gráfico 5:</b> Medias de la variable del número hojas de lechuga en los 45 y 60 días. ....	38
<b>Gráfico 6:</b> Medias de la variable Diversidad de arvenses 15, 30 y 45 días. ....	40
<b>Gráfico 7:</b> Medias de la variable Diversidad de arvenses a los 15 días.....	43
<b>Gráfico 8:</b> Medias de la variable Diversidad de arvenses a los 30 y 45 días.....	44
<b>Gráfico 9:</b> Medias de la variable Peso de lechuga cosechada.....	46
<b>Gráfico 11:</b> Media para la variable de temperatura del suelo de los 15, 30 ,45 y 60 días .....	48
<b>Gráfico 12:</b> Media para la variable de humedad del suelo de los 15, 30 ,45 y 60 días.....	50
<b>Gráfico 13:</b> Análisis de los macronutrientes del suelo.....	51
<b>Gráfico 14:</b> Análisis de los meso nutrientes del suelo. ....	53
<b>Gráfico 15:</b> Análisis de los micronutrientes del suelo. ....	55
<b>Gráfico 16:</b> Análisis de la materia orgánica del suelo.....	56
<b>Gráfico 17:</b> Análisis biológico del suelo.....	59
<b>Gráfico 18:</b> Costo beneficio de la investigación.....	61

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“Evaluación del comportamiento de la lechuga crespa de hoja morada (*Lactuca sativa L.*) en suelos erosionados con 4 mulch orgánicos en Salache, Latacunga, Cotopaxi”

**Fecha de inicio:**

Abril 2024

**Fecha de finalización:**

Agosto 2024

**Lugar de ejecución:**

Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Humanos

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica.

**Equipo de Trabajo:**

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

**Lector 1:** Ing. Jorge Fabian Troya Sarzosa, PhD.

**Lector 2:** Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.

**Lector 3:** Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, MSc.

**Coordinador del Proyecto:**

**Nombres:** Marlon Hernan Moreno Moreno

**Teléfonos:** 0969831662

**Correo Electrónico:** [marlon.moreno2334@utc.edu.ec](mailto:marlon.moreno2334@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:**

Agricultura

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

**Línea de vinculación de la carrera:**

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

**1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La investigación se realizó con la finalidad de recuperar y conservar los suelos, la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) realiza varios proyectos de recuperación de suelos erosionados y con este proyecto de investigación se propuso una alternativa sostenible ya que ayudará a todo agricultor en cuanto a la utilización de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de la lechuga cresa morada (*Lactuca sativa L.*). Se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco repeticiones y cinco tratamientos con un total de 25 unidades experimentales, logrando así evaluar el efecto de los cuatro mulch orgánicos en el cultivo, así como determinar las características químicas y biológicas del suelo.

**2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En el Ecuador la mala manipulación de los suelos utilizados para la agricultura que provoca la mano del ser humano, factores climáticos, precipitación y viento, que son los factores encargados para la erosión de los suelos, en la actualidad el 45% del suelo de nuestro país es erosionado en distintas etapas, en la provincia de Cotopaxi se visualizan un 60% de erosión de general compuestas por el valle interandino y cercanías a Zumbahua por la laguna del Quilotoa.

En la UTC Salache los suelos de origen natural con pendientes pronunciadas, en las montañas que nos rodean sus suelos se han venido deteriorando paulatinamente por factores como su topografía irregular ya que está situada en un relieve con, desertificación y falta de manejo no sostenible, por lo que nos conlleva a tener como resultado la pérdida de fertilidad y textura la cual es necesaria para la vida vegetal.

El presente proyecto de investigación tubo como finalidad: evaluar el comportamiento de cuatro mulch orgánicos (carbón, paja, sigse y cascarilla de arroz) en el cultivo de lechuga de hoja morada, dándole su fertilidad adecuada tanto al suelo como al cultivo, examinar las características químicas y biológicas, el presente proyecto se centró en proporcionar ideas a profesionales y agricultores para implementar estrategias distintas a mejorar y recuperar la fertilidad del suelo. Estas técnicas permiten un manejo sostenible del suelo, promoviendo su salud y productividad a futuro.

#### **4.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **4.1 Beneficiarios directos.**

La Universidad Técnica de Cotopaxi con el proyecto de conservación de suelos, beneficiara directamente a de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por ende, a la carrera de agronomía con 320 estudiantes que ayudara con esta nueva información tecnificada. El proyecto mejorara la enseñanza formativa y el aprendizaje de los alumnos, proporcionándoles de conocimientos y prácticas nuevas en el manejo para la sostenibilidad del suelo del campus.

##### **4.2 Beneficiarios indirectos.**

Esta investigación ayudara con diferentes conocimientos para personar dedicadas a la agricultura aledañas al campus UTC Salache., como también a la provincia de Cotopaxi y a las diferentes provincias de nuestro país.

El barrio Salache, Salache Rumipamba y sus 300 habitantes serian otros beneficiados, donde su economía es generada por la agricultura y el trabajo externo de sus pobladores ya que los suelos del sector son francos limosos en la parte alta y franco arenosos en la parte baja con fuertes procesos de erosión.

#### **5. PROBLEMATICA DE LA INVESTIGACIÓN**

En el Ecuador la erosión del suelo es un problema grave, debido a su geografía diversa y sus prácticas agrícolas intensivas. Aquí hay algunos datos estadísticos y hechos relevantes sobre la erosión del suelo, según el Ministerio del Ambiente de Ecuador, aproximadamente el 45% del territorio nacional sufre de algún grado de erosión. En las zonas de la Sierra, la erosión afecta hasta el 60% de las tierras agrícolas (Segarra, 2017).

El clima, la precipitación y viento, son creadores primarios de la erosión, sin embargo, cada uno de estos factores no tiene la misma importancia se puede intentar distinguirlos dando un papel más predominante a los factores climáticos y al hombre. No obstante, su participación erosiva, pueden considerarse a un nivel menor los factores pendientes y formaciones superficiales. La provincia de Cotopaxi, ubicada en la región central de la Sierra de Ecuador, es una de las áreas afectadas por la erosión del suelo debido a su geografía montañosa y prácticas agrícolas. Aproximadamente el 60% de las tierras agrícolas presentan algún grado de erosión, esta cifra incluye tanto erosión leve como moderada y severa. Las áreas de mayor pendiente, especialmente en las zonas montañosas, son las más vulnerables a la erosión hídrica (Delgado, 2017).

Según Tapia (2018), la erosión y degradación del suelo son fenómenos visibles, presentes y crecientes en todo el territorio provincial, se distinguen dos zonas visiblemente más afectadas: la primera se encuentra en el valle interandino y la otra en los alrededores de la laguna del Quilotoa; dentro de las cuales a su vez se distinguen dos áreas, la primera que presenta un proceso más severo de erosión que incluso muestra señales de entrar en un proceso de desertización suma 45245 Ha lo cual representa el 7,4% de la superficie total provincial y la segunda sumando 48587 Ha erosionadas que representa el 7,9%; ambas unidades sumarían casi el 15% de la provincia (pág.92).

La parte alta del CEYPSA con sus terrenos con fuertes pendientes lamentablemente camina a pasos agigantados a su degradación, las negativas actividades agropecuarias que realiza el ser humano para subsistir, el cambio climático. Entonces es urgente la formulación de un plan que busque alternativas que minimice los problemas que afligen a este ecosistema estratégico.

Este tipo de erosión reviste especial atención económicamente entre otras, por las siguientes razones: difícil y costoso control si no se acometen acciones a tiempo; elevadas pérdidas de suelo y contaminación de cuerpos de agua; afectación negativa al recurso paisajístico; además lo que es flora fauna y pérdida de capacidad productiva de las tierras, y con ello dificultades económicas para los dependientes de ellas a la sociedad que depende de ellas para subsistir (Freire, 2013).

La Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) está jugando un papel crucial en la promoción de la sostenibilidad agrícola mediante la colaboración con diversos actores para desarrollar y aplicar nuevas estrategias de conservación del suelo. Un ejemplo notable es el acuerdo de cooperación firmado hace cinco años entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la

UTC, cuyo objetivo es la conservación y recuperación sostenible del suelo. Este esfuerzo conjunto ha permitido la recuperación de aproximadamente 500 hectáreas de tierra, y se planea extender este trabajo a 600 hectáreas adicionales. A continuación, se analiza el impacto y las estrategias de esta cooperación (La Hora, 2018).

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General**

Evaluar el comportamiento de cuatro mulch orgánicos en el cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa L*) de hoja morada en suelos erosionados en Salache, Latacunga, Cotopaxi.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el mejor rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L*) utilizando cuatro mulch orgánicos.
- Determinar las características químicas y biológicas del suelo.
- Realizar el costo beneficio todos los mulch orgánicos.

## **7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

En la presente tabla se presentas las actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos planteados en la investigación.

**Tabla 1:** *Actividades y sistema de tareas en relación con los componentes*

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
<b>Determinar el mejor rendimiento del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa L</i>) utilizando cuatro mulch orgánicos.</b>	1.1 Reconocimiento y limpieza del área asignada para la evaluación	Localización del área de estudio	Croquis de la investigación
	1.2 Removido del suelo, aplicación del abono y sulfato	Sustentar la conservación del cultivo y suelo	Cronograma y Fotografías.
	1.3 Desarrollo de labores culturales en el sitio destinado para la evaluación		
	1.4 Trasplante de plántulas de lechuga crespa de hoja morada		
	1.5 Toma de datos durante el ciclo de vida del cultivo de lechuga	Recolección de datos para el análisis de los resultados de la investigación	Libro de campo, Base de datos en el programa estadístico de Excel e InfoStat
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
<b>Conocer las características químicas y biológicas del suelo.</b>	2.1 Análisis de suelo final del área de investigación	Relación y discusión de las condiciones al finalizar la investigación.	Resultados de los análisis del suelo.
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
<b>Determinar costo veneficio del mejor tratamiento</b>	Cosecha del cultivo	Características el área foliar	Kg Planta

*Elaborado por:* (Moreno, 2023)

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 8.1 Cultivo de lechuga crespa.

La lechuga es una hortaliza de hojas sueltas o acogolladas, listas para el consumo directo en ensaladas y otras preparaciones gracias a sus características organolépticas. Pertenece a la familia de las compuestas Compositae, subfamilia Chicorioideae; es una planta anual o bienal (Ávila, 2015).

El cultivo de lechuga es una actividad agrícola ampliamente practicada debido a la alta demanda de esta hortaliza y su relativamente corto ciclo de cultivo.

### 8.2 Importancia del cultivo en la agricultura.

(González, 2013) la lechuga es rica en vitaminas del grupo A, B y C; contiene también 2,9 g de carbohidratos, 1,2 g de proteínas, 0,043 g de calcio y 0,0001 g de hierro. Debido a su gran principio como narcótico es de utilidad en medicina, por lo que se recomienda para restaurar los nervios gastados y alimentar órganos respiratorios.

### 8.3 Descripción taxonómica.

**Tabla 2:** Descripción de la taxonomía del cultivo de lechuga

Reino	<i>Plantae– Plantas</i>
Subreino	<i>Tracheobionta– Plantas vasculares</i>
Superdivisión	<i>Spermatophyta– Plantas con semilla</i>
División	<i>Magnoliophyta– Plantas con flores</i>
Clase	<i>Magnoliopsida– Dicotiledóneas</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>
Genero	<i>Lactuca L.</i>
Especie	<i>Lactuca sativa L</i>

*Fuente:* (González, 2013).

## **8.4 Descripción botánica.**

### **8.4.1 Sistema radicular.**

El sistema radicular de la lechuga no es muy extenso y por eso los suelos que retienen bien la humedad, pero a la vez son bien drenados, son los más apropiados. El pH más apropiado es el de 5,2 a 5,8 en suelos orgánicos y de 5,5 a 6,7 en suelo de origen mineral, pero la lechuga no se da bien en suelos minerales muy ácidos (Salinas, 2013).

### **8.4.2 Semillas.**

Son alargadas de 4-5 mm de diámetro y su color generalmente es blanco crema, aunque también tienen coloración parda y castaña dependiendo de la variedad (Martínez, 2021)

### **8.4.3 Tallos.**

Es muy corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capítulo de 15 a 25 flores de color amarillo, pequeñas, reunidas en anchas cimas corimbosas y con numerosas bracteolas. En todas las especies de lechuga se encuentra un jugo lechoso al interior del tallo; que da el nombre al género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga, que viene de la palabra latina *lac*, que se refiere a dicho jugo (Japon, 2008).

### **8.4.4 Hojas.**

Son basales numerosas y grandes en densa roseta, además ovales, oblongas, brillantes, dependiendo del tipo y variedad. En variedades de repollo, las hojas bajas son grandes y alargadas, que se van formando un repollo (González, 2013).

## **8.5 Variedad lechuga.**

La lechuga es la hortaliza de hoja que más se consume cruda a nivel mundial. Por su naturaleza las hortalizas de hojas están expuestas a una serie de daños que se presentan principalmente durante el período de postcosecha, debido a procesos fisiológicos, ataques microbiológicos y daños físicos, dando como resultado pérdidas elevadas que pueden alcanzar hasta el 60% de la producción a nivel mundial.

La corta vida de postcosecha de la lechuga, está dada principalmente por la deshidratación, presentando pérdidas de turgencia y amarillamiento como consecuencia de la degradación de la clorofila. Otro factor de deterioro de esta hortaliza es el pardeamiento enzimático, el cual ocasiona un aspecto desagradable en el producto (Galvis et al., 2018).

## **8.6 Requerimiento del cultivo.**

### ***8.6.1 Temperatura óptima.***

La temperatura óptima para el cultivo de lechuga suele estar entre los 15°C y 22°C. La lechuga prefiere climas frescos y temperaturas moderadas para un crecimiento óptimo. Temperaturas más altas pueden hacer que la lechuga se ponga amarga y desarrolle semillas prematuramente, mientras que temperaturas más bajas pueden ralentizar su crecimiento (González, 2013).

### ***8.6.2 Precipitación.***

Tradicionalmente el cultivo de lechuga en el Ecuador se lo realiza en zonas en donde se cuenta con una precipitación de 400 - 600 mm durante el ciclo del cultivo, 12 horas diarias de luminosidad (Tapia, 2018).

### ***8.6.3 Altitud.***

Según Pelchor (2017), menciona que la lechuga se cultiva típicamente en altitudes que van desde el nivel del mar hasta unos 2,000 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, puede adaptarse a una amplia gama de altitudes dependiendo de las condiciones locales y la variedad de lechuga específica.

### ***8.6.4 Suelos.***

Según Moroto (2009) señala que, aunque la lechuga vegeta bien en suelos diversos, le conviene sobre todo los terrenos francos y frescos, que no retengan la humedad excesivamente y con alto contenido de materia orgánica, su límite óptimo de pH se cifra de 6,8 y 7,4 no resiste la acidez del suelo y se adapta a terrenos ligeramente alcalinos.

### 8.7 Plagas del cultivo de lechuga.

**Trips (*Thrips tabaci*).** El adulto de *Frankliniella occidentalis* mide 1,5 mm de longitud, es alargado. Es una plaga dañina, más que por el efecto directo de sus picaduras, por transmitir a la planta el virus del Bronceado del Tomate (TSWV). La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares y mueren. (Frutal Fruticola, 1018)

**Minadores (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*).** Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada. Dar un tratamiento cuando se vean las primeras galerías (García, 2015).

**Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).** Produce un debilitamiento general de la planta picando y absorbiendo los jugos fotosintéticos (Gasca, 2004).

**Pulgones (*Myzus persicae*, *Narsonovia ribisnigri* y otros).** Se trata de una plaga sistemática en el cultivo de la lechuga. El ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven y el ataque es grande, puede arrasar el cultivo. También transmite virus (Saavedra, 2017).

**Gusano de alambre (*Agriotes lineatus*).** Estos gusanos viven en el suelo y producen daños graves al comer raíces. Además, son puerta de entrada de enfermedades producidas por hongos del suelo. Conviene tratar al suelo antes de sembrar (Cajamar, 2018).

**Gusano gris (*Agrotis segetum*).** Esta oruga produce daños seccionando por el cuello a las plantas más jóvenes y quedan tronchadas. Escarba al pie de las plantas para descubrirlos (García, 2015).

**Mosca del cuello (*Phorbia platura*).** Son las larvas de dípteros que atacan a la lechuga depreciando su valor comercial. Se combatirá este problema con los EM (microorganismos efectivos) (Lietti, 2016).

**Caracoles y babosas.** Muerden las hojas estropeando la cosecha (Martínez, 2020).

**Gorriones.** Semilleros picoteados. Les encantan las semillas. Cubre las bandejas con una malla hasta que germinen. Los pájaros pueden atacar también a los plantones (Salinas, 2013).

## 8.8 Enfermedades del cultivo de lechuga.

**ANTRACNOSIS (*Marssonina panattoniana*).** Los daños se inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler, éstas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm (Sepúlveda, 2005).

**BOTRITIS (*Botrytis cinerea*).** Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro (García, 2012).

**MILDIU VELLOSO (*Bremia lactucae*).** En el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio vellosa; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques más importantes de esta plaga se suelen dar en otoño y primavera, que es cuando suelen presentarse periodos de humedad prolongada, además las conidias del hongo son transportadas por el viento dando lugar a nuevas infecciones (Zumpango, 2008).

**ESCLEROTINIA (*Sclerotinia sclerotiorum*).** Se trata de una enfermedad principalmente de suelo, por tanto, las tierras nuevas están exentas de este parásito o con infecciones muy leves (Velásquez, 2017).

**SEPTORIOSIS (*Septoria lactucae*).** Esta enfermedad produce manchas en las hojas inferiores (Morúa, 2010).

## 8.9 Suelos.

El suelo es la capa superior de la tierra, donde se desarrollan las raíces y donde las plantas obtienen los nutrientes necesarios para un crecimiento y una salud óptima. Además, esto se crea cuando los minerales de la Roca Madre se combinan con materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Este tarda miles de años en formarse y puede perderse o degradarse rápidamente como resultado de diversos factores agroclimáticos y malas prácticas agrícolas (Van, 2006).

### **8.9.1 Suelos erosionados.**

La degradación del suelo se refiere a un cambio drástico en sus propiedades, resultando en una reducción de la calidad del suelo en comparación con su estado original. Este fenómeno puede ser causado por diversos procesos físicos, químicos y biológicos. La degradación del suelo afecta negativamente la fertilidad, lo que a su vez repercute en la capacidad del suelo para sostener la producción de cultivos (Fidar, 2001).

### **8.9.2 Principales consecuencias que producen los suelos erosionados.**

Según los autores (Brunel & Seguel, 2011) nos enlistan las diferentes consecuencias de la erosión.

- I. Las lluvias fuertes o tormentas que caen sobre los terrenos en pendiente, sin cobertura y protección.
- II. La tala de árboles para la leña se debe hacer con cuidado, cortando solamente algunas ramas, pero jamás todo el árbol.
- III. Cuando sembramos el terreno en surcos en favor de la pendiente y no dejamos una cobertura de rastrojos o plantas, la erosión llevará todo el suelo que quiera.
- IV. Nuestros animales comen casi todo lo que encuentran en su camino. Pero las plantas y árboles son muy importantes para proteger los suelos contra la erosión, entonces, tu debes evitar que entren demasiados animales en tus terrenos.

### **8.9.3 Técnicas para la recuperación y conservación de suelos erosionados.**

Existen muchas técnicas o prácticas de conservación de suelos que son sencillas, de relativo bajo costo, de fácil aplicación y de aceptación por los agricultores según nos cita (FHIA, 2011).

- La siembra de plantas de coberturas y abonos verdes.
- Uso de mulch orgánico
- El uso de estiércol y aboneras orgánicas.
- La labranza conservacionista o labranza mínima.
- Los sistemas agroforestales.
- La siembra en curvas a nivel o siembra al contorno.
- Las barreras vivas.

- Las barreras o muros de piedra.
- Las terrazas individuales.

Según Carrasco (2004), existen otras prácticas de conservación que tienen mayor eficiencia en el control de la erosión y por tanto dan mayor protección al suelo, pero son de costo más elevado y requieren condiciones especiales para su construcción; entre ellas están

- Zanjas de ladera.
- Terrazas angostas.
- Terrazas de banco.

### **8.10 Mulch orgánico.**

El mulch o acolchado es una práctica que consiste en cubrir la superficie del suelo con diferentes materiales plásticos u orgánicos con el objetivo de prevenir pérdidas de humedad, reducir la presencia de malezas, mantener una temperatura del suelo constante y promover la productividad del suelo (USDA-ARS, 2007).

Los mulchs orgánicos nos proporcionan diversos beneficios al suelo como ejemplo tenemos a un aumento en la materia orgánica, una mejora en la retención de humedad y en las propiedades físicas y químicas del suelo, los materiales que conforman estos mulch orgánicos se los considera como residuos, pero cuando se usan como acolchado producen mejoras para el cultivo y el suelo.

La distribución de la humedad en la capa arable del suelo cubierto es más uniforme, a diferencia de un suelo desnudo es por ese motivo que al tener al suelo cubierto se aumenta el desarrollo de las raíces en la capa arable el cual proporcionan una cantidad rica en nutrientes y también la abundancia de microorganismos benéficos (Frutos et al., 2016).

### **8.11 Pautas para la aplicación de mulch.**

#### ***8.11.1 Grosor de capa.***

El espesor del mulch deberá ser suficiente para asegurar que las semillas de malas hierbas que caen en el terreno no puedan llegar al sustrato y echar raíces y en el caso de que las semillas ya se encuentren en el sustrato no puedan germinar, para tener el espesor ideal se deberá realizar de forma uniforme y 4 a 5 centímetros como mínimo. (Muños, 2014).

El tiempo de aplicación de la cobertura deberá ser antes de la época de lluvias ya que esto mejora la infiltración del agua, minimiza la erosión y reduce la evaporación en tiempo de sequía, para las hortalizas es recomendable poner el mulch después de la germinación y después que las plantas se hayan establecido bien, por el motivo que algunos materiales intervienen negativamente en este proceso. (Labrador, 2008).

### ***8.11.2 Problemas asociados con el manejo inapropiado del mulch.***

Los problemas asociados con el mulch o también llamada cobertura en el suelo.

- El mulch muy profundo puede ocasionar exceso de humedad en la zona de las raíces, el cual ocasiona estrés a la planta y por ende pudrición en las raíces. 19
- Apilar demasiado de la cobertura alrededor del tronco o ramas de las plantas puede estresar al tejido y provocar enfermedades y problemas con insectos.
- Algunas coberturas que tienen césped cortado, pueden afectar el pH del suelo, ya que el uso de estos en periodos largos puede propiciar deficiencias de micronutrientes y toxicidades.
- El mulch apilado contra el tronco de árboles jóvenes puede crear un hábitat para roedores que muerden la corteza y estrangulan al árbol.
- Las capas muy gruesas de mulch de textura fina pueden convertirse en una manta que podría impedir que el agua y el aire penetren, además, puede convertirse en suelo que acumula agua y promover el crecimiento de malas hierbas.
- El mulch anaeróbico “agri” podría generar olores fuertes, y el alcohol y los ácidos orgánicos generados podrían ser tóxicos para las plantas jóvenes (Salinas, 2013).

### **8.12 Efectos del mulch orgánico sobre el suelo.**

Mejora y estabiliza la estructura del suelo, reduciendo el impacto de la lluvia, del peso y de los cultivos, especialmente cuando está húmedo. En el corto tiempo, la compactación del suelo se reduce, en cuanto al pH del suelo tanto ácido como alcalino cambia dependiendo del “mulch” seleccionado, por ejemplo los estiércoles vegetales son levemente alcalinos es decir con un pH mayor de 7 y excelentes para el uso en regiones de suelos ácidos, mientras que el uso continuo de materiales verdes, frescos como, vicia, alfalfa u otros como agujas y corteza de pino, musgo, o directamente turba, aumentarán la acidez (Maita, 2018).

### 8.12.1 Control de vegetación sobre el suelo.

Según Maita (2018). El tipo de material usado para el mulch influirá bastante en su efecto, es por eso que el material que fácilmente se descompone protegerá el suelo solo por poco tiempo pero proveerá nutrientes para los cultivos al descomponerse, en cuanto a los materiales duros se descompondrá más lentamente y seguirán cubriendo el suelo por un tiempo más largo, en los suelos donde la erosión es un problema, el material de mulch que se pudre lentamente aportará una protección más larga comparada con el material que se pudre más rápido.

## 8.14 Mulch orgánicos para la investigación.

### 8.14.1 Carbón.

El carbón vegetal es un producto que mejora el suelo, también ayuda en cuanto al cambio climático con los residuos vegetales urbanos, agrícolas y silvícolas. El biochar no es más que el carbón vegetal, es normalmente enriquecido con algún tipo de abono orgánico y es aplicado directamente en los campos a modo de enmienda, en cuanto a su estructura en suelos arenosos o limosos incrementa la capacidad de intercambio catiónico 21 es decir la retención de nutrientes y también aumenta la retención de agua y la actividad microbiana, pero en los suelos pesados mejoran la infiltración de aguas y el crecimiento radicular de las plantas, otro de los beneficios es en cuanto al control de plagas y enfermedades debido a su carácter reductor, alcalino, absorbente y desecante (Fiallos et al., 2015).

**Tabla 3:** Composición elemental del carbón

CARBÓN VEGETAL										
Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Potasio (%)	Azufre (%)	Hierro (%)	Cobre (%)	Zinc (%)	Manganeso (%)	Boro (%)
0,48	0,02	0,28	0,14	0,22	0,01	104	10	4	10	8

*Fuente:* (Berrocal, 2019)

### 8.14.2 Sigse.

Sin importar la especie de sigse el género Cortaderia es una gramínea que se ha visto en vuelta en varios usos tanto ornamental, medicinal, decorativo, arquitectónico, así como en relación

en la agricultura, pero en esta parte aún se la está investigando, la desventaja que presenta radica en que la hojas de sigse deben ser tratadas con mucho cuidado debido a que generan cortes además que después de seco están tienden a enrollarse (Pico, 2012).

#### 8.14.3 Cascarilla de arroz.

La cascarilla permite un aumento de la actividad biológica, mejorando así las propiedades físicas y químicas del suelo. Además, la descomposición de los acolchados orgánicos proporciona nutrientes que son absorbidos por la planta, no solo controla la presencia de vegetación espontánea, sino que también mejora la retención de agua de las plantas, baja la temperatura del suelo, asegura un crecimiento adecuado y promueve la fijación de nitrógeno fósforo y potasio, y reduce costos ya que la ausencia de malezas no requiere el uso posterior de herbicidas o insecticidas. (El Tiempo, 1998).

**Tabla 4:** *Composición elemental de la cascarilla de arroz*

<b>CASCARILLA DE ARROZ</b>					
<b>Carbono</b>	<b>Hidrógeno</b>	<b>Oxígeno</b>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Azufre</b>	<b>Ceniza</b>
33,4	4,3	38,5	0,38	0,32	23,1

**Fuente:** (Valverde, 2007)

#### 8.14.4 Heno.

La paja es un subproducto agrícola que consiste en hojas y tallos secos de cereales. Este es un sedimento orgánico que tarda varios años en descomponerse por completo. Este es más económico ya que puede mantener niveles óptimos de humedad. Sin embargo, la principal desventaja es que no puede prevenir la aparición de especies arvenses en la misma medida que otros mulch. Por otro lado, su mayor ventaja es que proporciona a la tierra muchas materias primas que favorecen el crecimiento de las plantas (Sistemas Hortícolas , 2022).

**Tabla 5:** *Composición elemental del heno*

<b>PACA DE HENO</b>		
<b>Calcio</b>	<b>Fósforo</b>	<b>Magnesio</b>
0,51	0,44	0,18

**Fuente:** (FEDNA, 2016)

## 9. HIPOTESIS

### 9.1 Hipótesis alternativa.

Los mulch orgánicos son efectivos para mejorar las características físicas y biológicas del suelo con el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Los mulch orgánicos ayudara a mejor rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa L.*).

### 9.2 Hipótesis nula.

Los mulch orgánicos no son efectivos para mejorar las características químicas y físicas del suelo.

Los mulch no mejorar rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa L.*).

### 9.3 Operacionalización de variables.

A continuación, se muestra la tabla de variables que se evaluó referente a cada objetivo planteado para la investigación.

**Tabla 6:** Operacionalización de variables

Hipótesis	Variables		Indicadores	Índices
	Variable dependiente	Variable independiente		
<b>H1.: Los mulch orgánicos ayudan al mejor rendimiento de la lechuga (<i>Lactuca sativa L.</i>).</b>			Porcentaje de rendimiento	%
			Altura de la planta	cm
	Suelo y cultivo de arveja	Tipos de mulch orgánicos	Numero de hojas	%
			Días a la cosecha	Días
			Diámetro roseta de hojas	cm

	Diversidad en arvenses	cantidad
	Dominancia de arvenses	cantidad
	Nitrógeno (N)	ppm
	Fósforo (P)	ppm
	Azufre (S)	ppm
	Boro (B)	ppm
	Potasio (K)	meq/100g
	Calcio (Ca)	meq/100g
	Magnesio (Mg)	meq/100g
	Zinc (Zn)	ppm
	Cobre (Cu)	ppm
	Hierro (Fe)	ppm
	Manganeso (Mn)	ppm
	Materia orgánica	%
Características biológicas del suelo	Hongos benéficos	<i>PFC</i>
	Hongos patógenos	<i>PFC</i>
Costo beneficio	Peso lechuga	kg

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

## **9.4 Variables en estudio.**

### **9.4.1 Porcentaje de prendimiento.**

Para conocer esta variable se contabilizo las plántulas trasplantadas luego de los 15 días, se procedió a tomar datos del número de plantas que se acoplaron en cada tratamiento con la finalidad de conocer el prendimiento.

Fórmula para el % del prendimiento (Flores, 2024).

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ plántulas prendidas}}{N^{\circ} \text{ total plántulas a prueba}} \times 100$$

### **9.4.2 Altura de la planta.**

Esta variable se registró, desde la base hasta el ras de la altura de hojas, en cada tratamiento de la parcela neta (10 plantas), se tomó cuatro datos, los días: 15, 30, 45 y 60 días, para la toma de datos de utilizo una regla (cm).

### **9.4.3 Diámetro de planta.**

Esta variable se registró, midiendo la parte más ancha de la planta generalmente del centro de la planta donde las hojas se extienden para afuera, se tomó cuatro datos, los días: 15, 30, 45 y 60 días, para la toma de todos se utilizó el pie de rey (mm).

### **9.4.4 Días a la cosecha.**

Se registro el número de días transcurridos desde el día del trasplante, para la cosecha las hojas han alcanzado el tamaño adecuado y las hojas deben ser grandes y bien formadas, demás se realizó pruebas de para asegurarte de que no estén amargas y tengan una textura adecuada.

### **9.4.5 Número de hojas.**

Para esta variable se contabilizó el número de hojas por cada planta de cada tratamiento de cada repetición, se tomó cuatro datos, los días: 15, 30, 45 y 60 días,

### **9.4.6 Diversidad de arvenses.**

Para esta variable se contabilizo el número de arvenses a los 15, 30 y 45 días del trasplante.

(Alvis, 2009) nos cita la fórmula para % de plantas arvenses.

$$\text{Incidencia de plantas arvenses \%} = \frac{\text{Número de plantas arvenses}}{\text{Número total de plantas en parcela neta}} \times 100$$

#### **9.4.7 Incidencia de arvenses dominancias relativas.**

Así como la dominancia relativa (Dr) de las arvenses la cual nos permite obtener los individuos de cada especie muestreados en una localidad, en relación con el total de individuos de todas las especies muestreadas en esa localidad

Nos cita (Zarco, 2010) la fórmula para dominancia relativa de arvenses.

$$\text{Dr} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}}$$

#### **9.4.8 Características químicas del suelo.**

En esta variable se recolecto 5 muestras de suelo del área de estudio, las mismas que se trasladaron al Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP) - Estación Santa Catalina dando como resultado los macros, meso y micro nutrientes, pH, materia orgánica y C.E., en unidades de meq/g y porcentaje.

#### **9.4.9 Características biológicas del suelo.**

En esta variable se recogió 5 muestras de suelo, la cual fue designado a la empresa Agro Blo Soluciones (ABISRE), en la que demostraron la cantidad de PFC y que tipos de hongos patógenos y benéficos existen en el suelo por medio del análisis micológico (hongos) del suelo.

#### **9.4.10 Rendimiento de cosecha.**

Esta variable se realizó al final del proyecto, para lo que se tomó en cuenta la inversión que se hizo para la implementación y la cosecha en kg de lechuga.

$$\text{Formula: Costo} - \text{beneficio} = \frac{\text{Ingresos por rendimiento}}{\text{Cosotos de producción}}$$

## 9.5 Factores en estudio.

### 9.5.1 *Mulch orgánicos.*

En esta variable se aplicó los mismos factores de Leica (2023) los cuales son los siguientes:

**M1:** Carbón

**M2:** Sigse (*Cortaderia nitida*)

**M3:** Cascarilla de arroz

**M4:** Heno

**M5:** Testigo

### 9.5.2 *Tratamientos del ensayo experimental.*

Descripción de los tratamientos con su respectiva codificación que se implementó en el trabajo de investigación realizada:

**Tabla 7:** *Tratamientos del ensayo de investigación*

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>CODIFICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO</b>
T1	M1	Carbón
T2	M2	Sigse ( <i>Cortaderia 21ítida</i> )
T3	M3	Cascarilla de arroz
T4	M4	Heno
T5	M5	Testigo – Sin la aplicación de ningún mulch orgánico

*Elaborado por:* (Moreno, 2023)

### 9.5.3 Diseño experimental.

En esta variable se realizó el Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), por lo cual se utilizó 5 tratamientos incluido el testigo por 5 repeticiones, siendo un total de 25 unidades experimentales.

### 9.5.4 Características del área de ensayo.

En este punto se detallan las características del trabajo de investigación:

**Tabla 8:** Características del ensayo

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Área total del ensayo	397 m <sup>2</sup>
Largo del espacio a trabajar	111 m
Ancho del espacio a trabajar	3 m
Largo de la parcela	4 m
Ancho de la parcela	2,40 m
Área de cada tratamiento	9,60 m <sup>2</sup>
Caminos de separación por tratamientos	0,40 cm
Caminos de separación laterales de los tratamientos	0,40 cm
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	25 unidades experimentales
Distancia entre planta	0,32 m
Número de surcos	6
Distancia entre surco	0,50 cm
Número de hileras	16 (1 plántula en un solo hoyo)
Número de plantas por parcela	96 plantas

Total, de plantas	2400 plantas
Número de plantas para la operación de variables por tratamiento.	10
Total, de número de plantas para la operación de variables por tratamiento.	250

*Elaborado por:* (Moreno, 2023)

## 9.6 Análisis estadístico.

Se utilizó el modelo matemático del análisis de varianza (ADEVA), la misma que se utilizó el programa estadístico InfoStat.

### 9.6.1 Diseño del esquema del (ADEVA).

A continuación, se proporcionó una explicación sobre cómo se estructura e interpreta los datos de la tabla de ADEVA, donde la investigación tiene 25 unidades experimentales, las cuales están compuestas por 5 repeticiones y 5 tratamientos.

**Tabla 9:** Esquema de ADEVA

Fuente de variación	GL	
Total	$t*r-1$	24
Bloques	$r-1$	4
Tratamientos	$t-1$	4
Error experimental	$(r-1)(t-1)$	16

*Elaborado por:* (Moreno, 2023)

## 9.7 Procedimiento de la investigación.

### 9.7.1 Ubicación del proyecto.

La investigación se empleó en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, ubicada en el Sector de Salache el cual es perteneciente al Cantón Latacunga, en la terraza 13 de Machu Picchu CEYPSA.

### ***9.7.2 Caracterización del área de estudio.***

Tuvo una dimensión de 397,38 m<sup>2</sup>, de largo tiene 111 m por 3,58 m de ancho, estos datos fueron obtenidos con la ayuda de una cinta métrica expresada en m.

### ***9.7.3 Identificación y rotulación del diseño experimental.***

La investigación se identificó con rótulos de madera anclados al suelo por cada tratamiento y por cada repetición.

### ***9.7.4 Levantamiento de parcelas.***

Se realizó el retiro de la capa del mulch orgánico existente en el sitio, después se removió el suelo e hizo la formación de cada cama. Esto fue con la ayuda de diferentes herramientas de labranza manual como: azadones, azadas, palas y rastrillos.

### ***9.7.5 Aplicación de abono de fondo.***

Esto se realizó luego de la remoción de la tierra, se aplicó el abono de fondo por lo que anteriormente estuvieron dos cultivos esquilmanes en la cual se utilizó como referencia a la autora Paste (2021) que en suelos degradados se utiliza 10 ton/ha, es decir, se aplicó 15 kg en cada unidad experimental.

### ***9.7.6 Trazado de parcelas.***

Con la ayuda de estacas y piolas se trazó las unidades experimentales. Cada una de 3 m de ancho y 5 m de largo, los tratamientos fueron separados a una distancia de 0,40 m. También se colocaron bandas plásticas en un solo lado de cada parcela, esto sirvió para que todos los mulch no se crucen entre sí y se utilizó plástico, martillo y clavos.

### ***9.7.7 Hoyado.***

Una vez incorporado del abono y el sulfato de calcio, en cada tratamiento se realizó 5 hileras a 0,50 m, la distancia entre planta fue de 0.32m, esto fue realizada con la ayuda de palillos y flexómetro.

### ***9.7.8 Trasplante.***

La obtención de plántulas de lechuga variedad “Crespa” fue en la pilonera San Buena Ventara, en cada unidad experimental ingresó para el trasplante 84 plántulas por tratamiento y 2100 plántulas de lechuga en el área total.

### ***9.7.9 Aplicación de los mulch orgánicos.***

Finalmente, después del trasplante se procedió aplicar los 4 tipos de mulch orgánicos como son: carbón 1 q/por parcela, cascarilla de arroz 1q/por parcela, heno 1 paca/por parcela y sigse 2 cargas/por parcela.

### ***9.7.10 Riego.***

En la investigación se utilizó el riego por aspersión por el efecto que tiene de lluvia uniforme y esto permite que se moje todo el cultivo uniformemente por igual, tomando en cuenta que el cultivo necesita ser regado los primeros 15 días del trasplante con abundancia, el riego se realizó 5 días por semana por la sequía que se estaba atravesando.

### ***9.7.11 Limpieza.***

Esta se realizó a los 45 días del trasplante de una forma manual, con la finalidad que no haya competencia entre arvenses y el cultivo.

### ***9.7.12 Cosecha.***

La cosecha se realizó a partir de los 70 a 90 días, la misma se hizo de forma manual conjuntamente se tomó la cuenta el peso de la hortaliza en (kg) tanto en parcela total como en parcela neta, esto fue por cada unidad experimental. Además, se tomó en cuenta las variables como: peso de la lechuga, número de hojas, longitud. Se utilizaron herramientas como calibrador y balanza.

### ***9.7.13 Tabulación de datos.***

Al culminar la investigación y terminado todos los procesos se procedió a procesar los datos recolectados en el programa Excel para las medidas matemáticas y luego se pasó al programa de InfoStat para con ello llegar al análisis de resultados.

#### ***9.7.14 Análisis de suelo final.***

Se recolecto 5 muestras de diferentes sitios de cada tratamiento de las 5 repeticiones, la muestra obtuvo como máximo de 1 kg, las mismas fueron colocadas en fundas plásticas con sus etiquetas respectivas, el análisis químico se lo hizo en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Santa Catalina y el análisis biológico en la empresa Agro Bio Soluciones (ABISRE).

#### ***9.7.15 Análisis costo/beneficio.***

Esto se realizó al final del proceso de la investigación, en relación de la cosecha (kg lechuga); se realizó el costo producción en 1 ha.

## **10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **10.1 Metodología.**

#### ***10.1.1 Tipo de investigación.***

##### **10.1.1.1 Cuantitativo.**

Esta investigación se basó en la recolección de datos mediante la base de variables propuestas, luego con el análisis de datos numéricos obtenidos y finalmente dando resultados que validen dicha investigación.

#### ***10.1.2 Tipo de método.***

##### **10.1.2.1 Deductivo.**

Para llevar a cabo la investigación sobre el mulch orgánico en el cultivo de lechuga, es esencial estructurar el plan de actividades de manera ordenada y precisa, conllevando esto a establecer las variables en estudio.

##### **10.1.2.2 Experimental.**

Para llevar a cabo la investigación sobre el cultivo de lechuga, se desarrollaron un conjunto de actividades metodológicas y técnicas que permitieron la recolección de la información y datos

necesarios, con la técnica de DBCA podemos aumentar la precisión y fiabilidad de los experimentos en presencia de variabilidad inherente entre las unidades.

### ***10.1.3 Modalidad de la investigación.***

#### **10.1.3.1 De campo.**

El proyecto de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la localidad de Salache la cual es perteneciente al cantón de Latacunga, específicamente en la terraza número 13 de Machu Picchu CEASA, con el tema de investigación sobre cuatro mulch orgánicos en las propiedades del suelo en el desarrollo del cultivo de lechuga crepa morada (*Lactuca sativa L.*), con la finalidad de dar resultados positivos al problema planteado, de ahí se dio a la toma de datos durante la etapa de desarrollo del cultivo y obtención de nuevos conocimientos.

#### **10.1.3.2 Bibliográfica documental.**

Para respaldar la investigación sobre el cultivo de lechuga, se llevó a cabo un exhaustivo análisis de la información disponible en diversas fuentes científicas. Este análisis se realizó en concordancia con el problema planteado, asegurando que las hipótesis y metodologías utilizadas estuvieran fundamentadas en estudios previos, literatura relevante, libros y tesis.

#### **10.1.3.3 Observación directa.**

Esta técnica nos dio acceso a la recopilación de la mayor cantidad de información, con ellos después poder registrarla y realizar los análisis pertinentes, también se utilizó para analizar los efectos de los mulch orgánicos en el cultivo

#### **10.1.3.4 Análisis estadístico.**

Esta técnica permitió ayudar con la recopilación, interpretación y validación de los datos obtenidos con la utilización de las aplicaciones Excel e InFoStat, tomando en cuenta para la tabulación de datos con el fin de determinar sus análisis.

#### **10.1.3.5 Libro de campo.**

Esta herramienta permitió garantizar el registro sistemático de todas las variables de estudio y labores realizadas a lo largo del proyecto, la cual se registró (altura de planta, número de

hojas, diámetro de planta, humedad, temperatura, ph del suelo, evidencia de plantas arvenses y porcentaje de prendimiento).

## **10.2 Materiales, equipos e insumos.**

### ***10.2.1 Materiales.***

- Herramientas de trabajo (palas, picos, rastillo, azadones, machetes, serrucho, martillos)
- Herramientas para realizar identificación de camas (piolas, reglas, calvos, rótulos de papel, palos de madera, cinta pagable, flexómetro, regla)
- Materiales de escritura y toma de datos (libro de campo, esferos, tablero)
- Herramientas para el riego (tubos, cinta de microaspersión, uniones, bomba de agua, abrazaderas)

### ***10.2.2 Equipos.***

- Computadora portátil
- Carretilla
- Cámara para fotocopiar
- Balanza
- Medidor de PH
- Calibrador pie de rey
- Bomba de fumigar
- Cronometro

### ***10.2.3 Insumos.***

- Plántulas de lechuga morada
- Abono de fondo:
  - Sulfato de Calcio
- Pacas de heno
- Costales de cascarilla de arroz

- Costales de sigse
- Costales de carbón

### 10.3 Caracterización de área de investigación.

La ubicación geográfica con puntos georreferenciados que se llevó a cabo para la investigación.

**Tabla 10:** *Caracterización del sitio de investigación*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>SITIO</b>
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Eloy Alfaro
Localidad	Salache
Latitud	01°00'2,552"S
Longitud	78°37'30.54"W
Altitud	2818 m.s.n.m
Fecha del trasplante	15 de mayo del 2024
Cultivo anterior	Lechuga Crespa
Textura de suelo	Franco arenoso

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

## 10.4 Mapa del área de investigación.

*Gráfico 1: Mapa del sitio establecido para la investigación*



*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 11.1 Variables en estudio.

#### 11.1.1 Porcentaje de prendimiento.

Número de plántulas adaptadas en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en las características químicas y biológicas del suelo en el cultivo de lechuga cresa (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 11:** ADEVA variable porcentaje de prendimiento

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTO	343,76	4	85,94	1,59	0,23	ns

REPETICION	66,55	4	16,64	0,31	0,87	ns
Error	866,55	16	54,16			
Total	1276,87	24				
CV %	8,47					

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 11, no se obtuvo significancia estadística en la fuente de variación de tratamientos con un valor de 0,23. El coeficiente de variación fue de 8.47% lo que indica homogeneidad debido a que este dato se tomó a los 15 días y luego de haber colocado el mulch, este dato fue expresado en porcentaje.

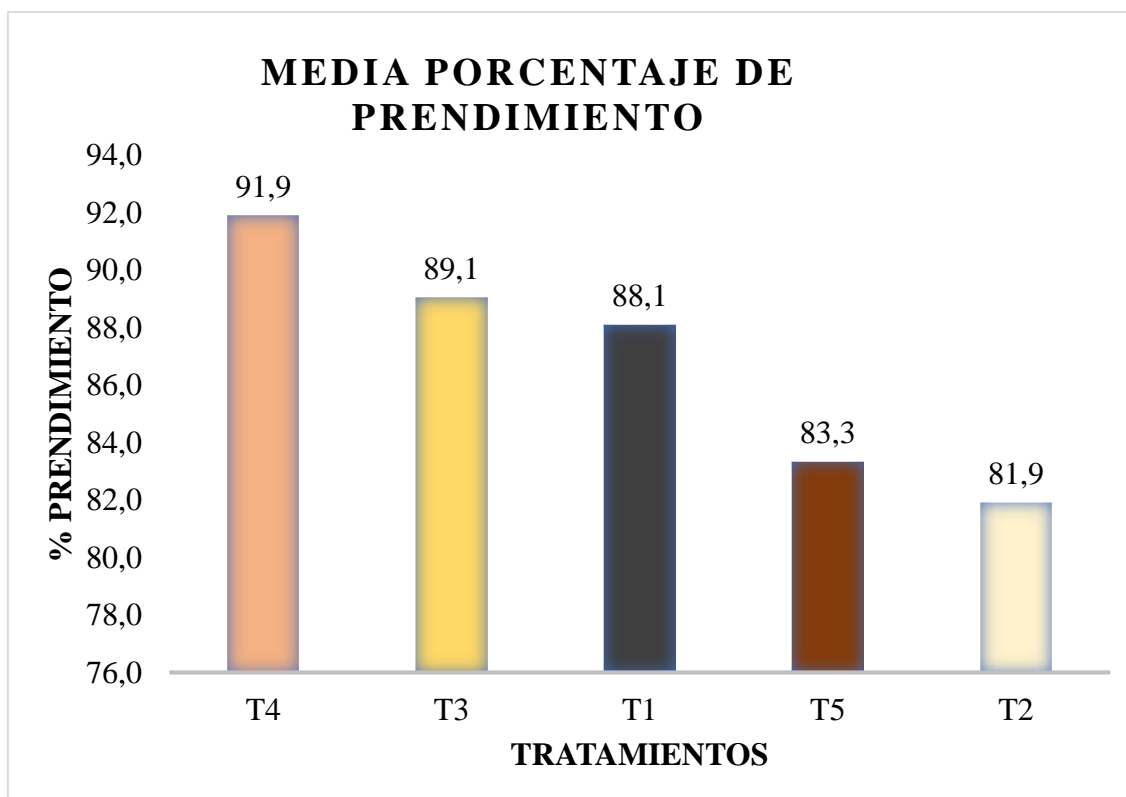
**Tabla 12:** Medias para la variable al 5% para la variable porcentaje de prendimiento

TRATAMIENTO	MEDIA
T4	91,9
T3	89,1
T1	88,1
T5	83,3
T2	81,9

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 12 se realizó las medias para porcentaje de prendamiento donde se observó que el T4 (heno) obtuvo una media de 91,9%; T3 (cascarilla) con una media 89,1%; T1 (carbón) con una media de 88,1%; T5 (testigo) con una media de 83,3% y T2 (sigse) con una media del 81,9% del prendimiento.

**Gráfico 2:** Medidas de la variable en porcentaje de prendimiento



*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

Dentro de la variable número de plántulas adaptadas, se obtuvo que los mejores tratamientos fueron el: T3, T1, y T5 ; destacando de entre ellos el T4 (heno) cuya media fue representativa con un valor del 91,9% de manera que este tipo de mulch orgánico actúo como un material liviano que mantiene alta humedad en la superficie del suelo, al cubrir el suelo con heno, se reduce la evaporación del agua, lo que ayuda a mantener la humedad en el suelo durante más tiempo (Gaspar, 2005).

Por consiguiente, el último tratamiento es el T2 (sigse) con una media del 81,9%, en la cual se observó que el 18,1% equivale al porcentaje restante el cual representa la pérdida de plántula después del trasplante esto a los 15 días; a medida que se descompone, el sigse puede compactarse y formar una capa densa que dificulta la penetración del agua y el aire en el suelo, lo cual puede afectar negativamente la salud de las raíces (Ramiro, 2017).

### 11.1.2 Altura de planta.

Altura de la planta en cm en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 13:** ADEVA para la variedad altura de planta

F.V.	gl	ALTURA 15 días		ALTURA 30 días		ALTURA 45 días		ALTURA 60 días	
		p-valor	**	p-valor	**	p-valor	**	p-valor	**
TRATAMIENTO	4	0,0059	**	0,0006	**	0,0003	**	0,0004	**
REPETICION	4	0,51	ns	0,03	*	0,04	*	0,07	ns
Error	16								
Total	24								
CV %		6,43		4,55		5,71		8,54	

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 13 de la variable de altura de planta en los días 15, 30, 45 y 60 del trasplante se consiguió una alta significancia en tratamientos, cuyo coeficiente de variable fue del: 6,43%; 4,55%; 5,71% y 8,54. Esto da a entender que el manejo de datos tomados cada 15 días se comportaron de manera desigual.

**Tabla 14:** Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta en los 15, 30, 45 y 60 días.

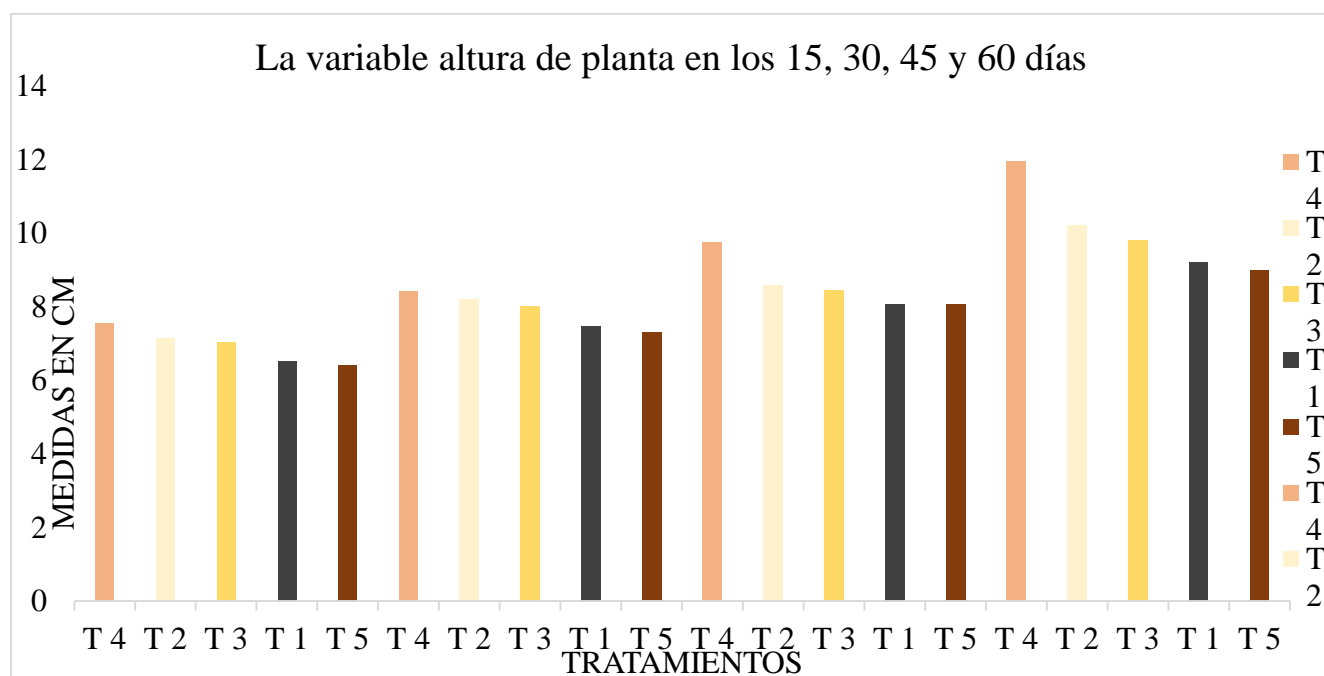
TRATAMIENTO	MEDIA 15 DIAS	RANGO	MEDIA 30 DIAS	RANGO	MEDIA 45 DIAS	RANGO	MEDIA 60 DIAS	RANGO
T 4	7,55	A	8,41	A	9,75	A	11,96	A
T 2	7,13	A B	8,19	A	8,59	B	10,23	B
T 3	7,02	A B	8	A B	8,44	B	9,82	B
T 1	6,53	B	7,47	C	8,06	B	9,22	B
T 5	6,41	B	7,29	C	8,06	B	9	B

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

Al realizar la prueba Tukey al 5% de la tabla 14, se pudo observar que a los 15,30, 45 y 60 días dos rangos de significación estadística a diferencia de los 30 días que posee tres rangos. A los 15 días el T4 (heno) fue el que obtuvo el primer rango con una media de 8,41 cm y el último rango fue el T5 (testigo) con una media de 7,29 cm.

A los 60 días se obtuvo en primer rango al T4 (heno) cuya media fue de 11,96 cm de altura con un rango A y en el último lugar se obtuvo el tratamiento T5 (testigo) con una medida de 9 cm con un rango de significancia C, por lo que observa que tuvo un crecimiento poco adecuado para la planta.

**Gráfico 3:** Medidas de la variable altura de planta en los 15, 30, 45 y 60 días.



*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la gráfica 3 de la variable de altura de los 60 días, dio como resultado al mejor tratamiento al tratamiento (heno) dado que sus medidas son los mejores resultados con las medidas 7,55; 8,41; 9,75 y 11,96 centímetros de altura. Según (García & Herrán, 2014) “mejora la estructura del suelo y lo enriquece con una cantidad completa de sustancias útiles para cualquier diversidad de plantas, micro y macro elementos, vitaminas, minerales contenidos en hierba cortada, humedad y tallos de plantas”.

Por otro lado, como menor resultado que el T5 (testigo), por el motivo de que no presenta cobertura orgánica que ayude a la mejora del suelo y retención de humedad para que la planta pueda asimilar los nutrientes correctamente, es por el motivo que afecta el desarrollo de la misma, por ello tiene promedios de 6,41; 7,29; 8,06 y 9 centímetros.

### 11.1.3 Diámetro superior.

Diámetro superior de la lechuga en cm en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 15:** ADEVA para variable diámetro superior de la lechuga

F.V.	Gl	DIAMETRO 15 días		DIAMETRO 30 días		DIAMETRO 45 días		DIAMETRO 60 días	
		p- valor	ns	p- valor	ns	p- valor	ns	p- valor	ns
TRATAMIENTO	4	0,58	ns	0,12	ns	0,06	ns	0,09	ns
REPETICION	4	0,25	ns	0,34	ns	0,92	ns	0,62	ns
Error	16								
Total	24								
CV %		13,80		14,92		10,08		18,96	

**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 15 no muestra una significación estadística a los 15, 30, 45 y 60, cuyos coeficientes de variaciones fueron, 13,80%, 14,92, 10,08 y 18,96. De tal forma que existió una heterogeneidad en datos ya que la influencia de los cuatro tipos de mulch influyeron en esta variable.

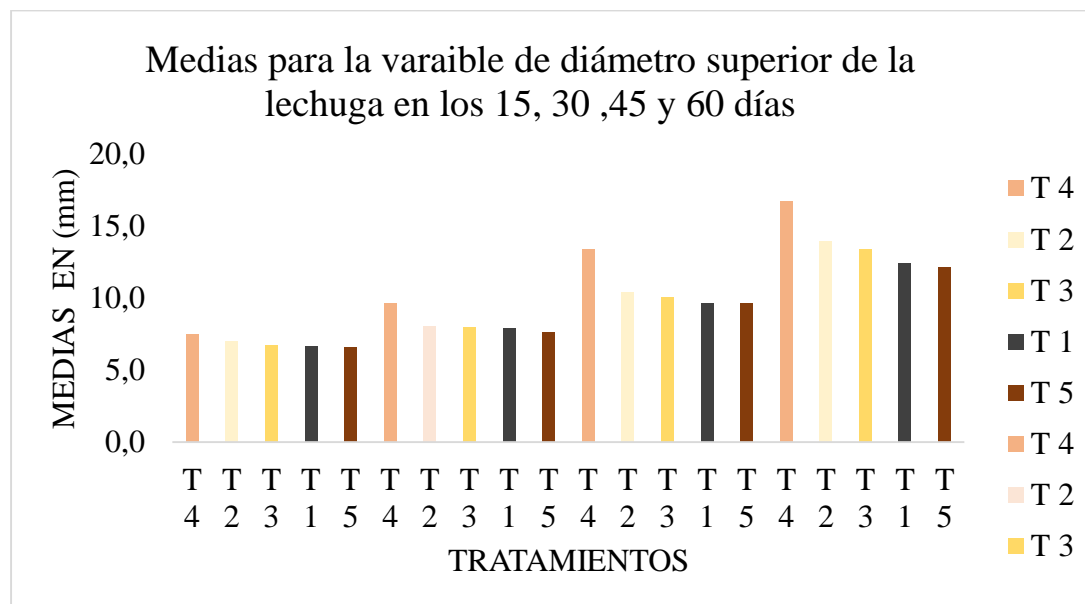
**Tabla 16:** Medidas para la variable diámetro superior de la planta en los 15, 30, 45 y 60 días.

TRATAMIENTO	MEDIA 15 DIAS	MEDIA 30 DIAS	MEDIA 45 DIAS	MEDIAS 60 DIAS
T 4	7,5	9,62	13,37	16,68
T 2	7,0	8,04	10,39	13,92
T 3	6,7	7,93	10,06	13,36
T 1	6,7	7,87	9,64	12,43

T 5	6,6	7,63	9,61	12,12
-----	-----	------	------	-------

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

**Gráfico 4:** Medias de la variable diámetro superior de la lechuga en los 15, 30, 45 y 60 días.



*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 16 se observa la media del diámetro superior de la lechuga en cada uno de los tratamientos. A los 15 días se evidencia que el tratamiento t4(heno) tiene una media de 7,5 mm, el tratamiento t5(testigo) es el de menor eficiencia en cuanto al diámetro de la lechuga con una media de 6,6 mm, por lo tanto, en la toma de datos de 30, 45 y 60 días, la media no cambia se mantiene la tendencia y se observa que el t4 (heno) es el que mejor resultados brinda y el T5(testigo) fue el de menos rendimiento.

Según Uvarova (2019), menciona que el heno mejora la composición del suelo y lo enriquece con una variedad completa de nutrientes beneficioso para una amplia gama de planta, incluyendo microelementos, humedad, macroelementos, vitaminas y minerales que se encuentran en los tallos de las plantas, (FRUTOS, 2015). Afirma que este tipo de materia ayuda incrementando la fertilidad del suelo es por eso que se obtiene un mayor crecimiento y ensanchamiento de las plantas a comparación con el suelo sin tratamiento, como se observa en el grafico 3 el testigo es el que menos desarrollo tuvo durante la investigación.

### 11.1.4 Número de hojas.

Conteo del número de hojas en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 17:** ADEVA para variable número de hojas.

F.V.	gl	ALTURA 45 días		ALTURA 60 días	
		p-valor		p-valor	
TRATAMIENTO	4	0,0004	**	0,0065	**
REPETICION	4	0,41	ns	0,9	ns
Error	16				
Total	24				
CV %		9,79		18,96	

**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

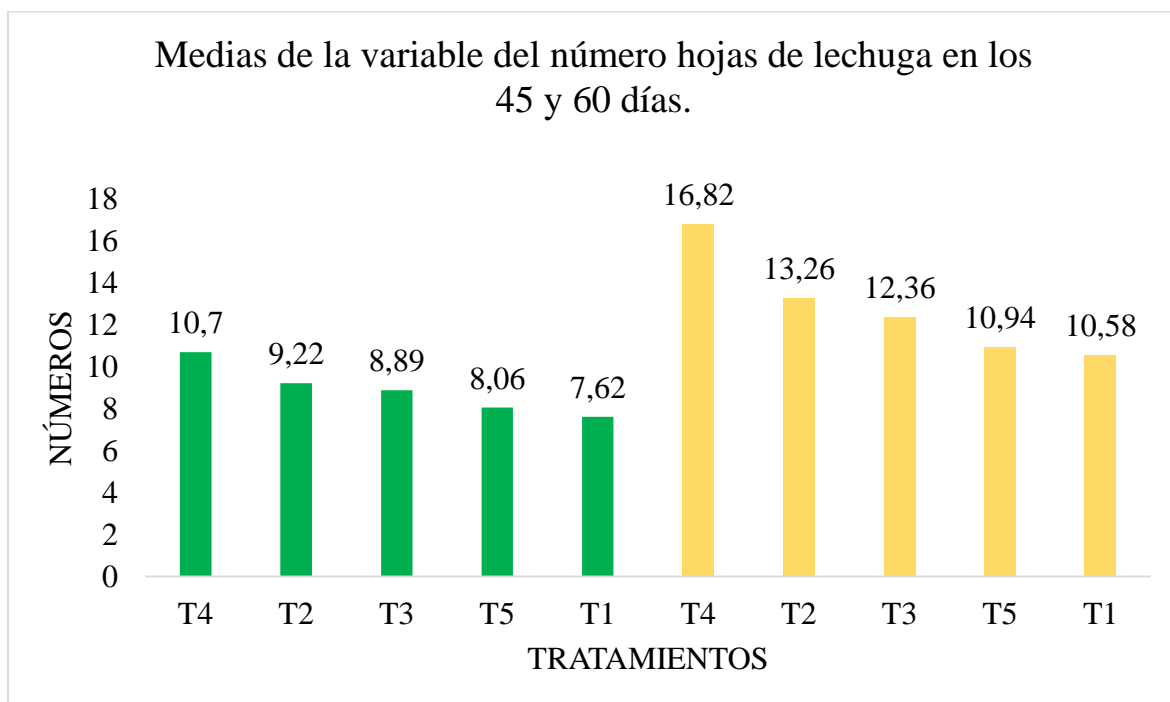
En el análisis de varianza (ADEVA) de la tabla 17, en los 30, 45 días se observó una alta significación estadística con coeficientes de variación de 9,79% y 18,96%.

**Tabla 18:** Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas de la planta en los 45 y 60 días.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
T4	10,7	A	16,82	A
T2	9,22	A B	13,26	A B
T3	8,89	B	12,36	A B
T5	8,06	B	10,94	B
T1	7,62	B	10,58	B

**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

**Gráfico 5:** Medias de la variable del número hojas de lechuga en los 45 y 60 días.



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

En la tabla 18 se realizó la prueba de tukey al 5% donde se observó a los 45 y 60 días dos rangos de significación estadística. A los 60 días se obtuvo en primer lugar al T4 (heno) cuya media fue de 16,82 hojas con un rango A y en el último lugar se obtuvo el tratamiento T1 (testigo) con una medida de 10,58 con un rango de significancia B, por lo que se observa que tuvo un crecimiento poco adecuado la planta.

Según Salas (2008), nos indica que al usar mulch de heno facilita la creación de un entorno óptimo para el desarrollo de raíces alimenticias, gracias a la mejora en la captación de absorción de agua, al igual que (Revista, 2002). Menciona que la estructura del suelo mejora y se fortalece gracias al mulch ya que funciona como amortiguador al reducir la compactación del suelo y promueve la retención de la humedad, por lo que las hojas se desarrollarán correctamente y obtendrán un tamaño adecuado.

### 11.1.5 Diversidad de arvenses.

Diversidad de arvenses en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 19:** ADEVA para la variable Diversidad de arvenses.

F.V.	gl	15 días		30 días		45 días	
		p-valor	*	p-valor	*	p-valor	**
Tratamientos	4	0,0494	*	0,0513	*	0,0078	**
Bloques	4	0,2566	ns	0,2682	ns	0,1665	ns
Error	16						
Total	24						
CV (%)		22,30		22,86		19,40	

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 19 se visualizó presencia de vegetación espontánea (arvenses), a los 15 días hubo significancia estadística en tratamientos donde el p-valor fue de 0,0494; dando así un coeficiente de variación del 22,30%. A los 30 días no hubo significancia estadística en tratamientos ya que el p-valor fue de 0,0513 con un coeficiente de variación del 22,86%. A los 45 días hubo una alta significancia estadística en tratamientos con un p-valor del 0,0078 cuyo coeficiente de variación fue del 19,40% en donde se observa una diferencia estadística al transcurrir de los días por las condiciones ambientales que se presentaron es decir la presencia de lluvia incitó el desarrollo de la vegetación espontánea (arvenses) los cuales se tomaron de forma manual cada mes.

**Tabla 20:** Prueba de Tukey al 5% para la variedad Diversidad de arvenses.

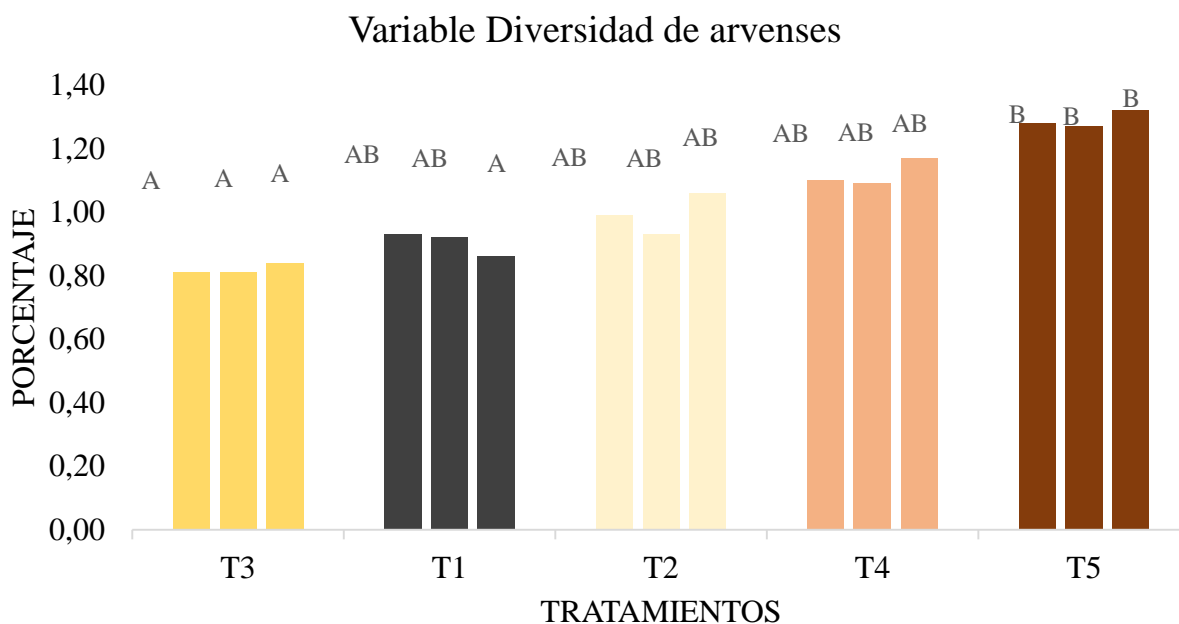
Tratamientos		15 días		30 días		45 días	
		Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
T3	(cascarilla de arroz)	0,81	A	0,81	A	0,84	A
T1	(carbón)	0,93	A B	0,92	A B	0,86	A
T2	(sigse)	0,99	A B	0,93	A B	1,06	A B
T4	(heno)	1,10	A B	1,09	A B	1,17	A B
T5	(testigo)	1,28	B	1,27	B	1,32	B

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 20 de la prueba de Tukey se observa que a los 15, 30 y 45 días tiene dos rangos. A los 15 y 30 días se obtuvo en el primer rango A, al tratamiento T3 (cascarilla de arroz) con una media de 0,81 lo que denota una baja diversidad de arvenses. En el último rango B se obtuvo al tratamiento T5 (testigo) cuyas medias fueron de 1,28 y 1,27 el cual posee más diversidad de arvenses.

A los 45 días se obtuvo en primer rango A, los tratamientos T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) es decir no existe diferencia significativa estadísticamente hablando entre aplicar estos tratamientos (mulch) pero si hubo diferencia numérica entre el T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) cuyas medias fueron de 0,84 y 0,86 en la cual estos tratamientos tuvieron menos diversidad. Por último, el T5 (testigo) obtuvo el último rango B que viene hacer el tratamiento con más diversidad de arvenses cuya media fue de 1,32.

**Gráfico 6:** Medias de la variable Diversidad de arvenses 15, 30 y 45 días.



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

Como observamos en el gráfico 6, la diversidad de arvenses a los 15 y 30 días da como primer lugar al T3 (cascarilla de arroz) con una media de 0,81 que ayuda de forma efectiva al control de diversidad de vegetación espontánea (arvenses) y en el último rango B, el tratamiento

T5 (testigo) cuyas medias de 1,28 y 1,27. Afirmado los resultados de (Armijos, 2022) demuestra que la cascarilla de arroz y carbón son efectivos para el control del apareamiento de especies arvenses en el cultivo de apio. Además, Ramírez y Orduz (2018) ratifican que el tratamiento con cobertura de cascarilla de arroz redujo el control de diversidad de arvenses en cultivos cítricos mientras que el mayor registro de diversidad de arvenses se presentó en el tratamiento suelo descubierto (testigo).

A los 90 días da como primer lugar a los tratamientos T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) ubicándose en el primer rango A. Estos resultados concuerdan con afirma que el carbón ayuda a controlar eficazmente la aparición de vegetación espontánea y también menciona que la cascarilla de arroz es un buen método para el control de especies arvenses. En el último rango B se obtuvo al T5 (testigo) en la que (Leica, 2023) concluye que el tratamiento T5 (testigo) debido a que no contiene mulch orgánico, proporciona un ambiente favorable para el desarrollo de diversidad de arvenses, debido a que un suelo sin cobertura (mulch) dará más facilidades para que las plantas arvences se propaguen y se desarrollen correctamente, dándonos así una eficiencia en el crecimiento del cultivo principal proporcionado pérdidas a la hora de cosechar.

### 11.1.6 Dominancia de arvenses.

Dominancia de arvenses en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 21:** ADEVA para la variable Dominancia de arvenses.

		15 días		30 días		45 días	
<b>F.V.</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>		<b>p-valor</b>		<b>p-valor</b>	
<b>Tratamientos</b>	4	0,0201	*	0,0904	ns	0,2213	ns
<b>Bloques</b>	4	0,3326	ns	0,6106	ns	0,6552	ns
<b>Error</b>	16						
<b>Total</b>	24						
<b>CV (%)</b>		23,52		29,33		26,39	

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 21, a los 15 días hubo una significancia estadística en la fuente de variación de tratamientos con un valor de 0,0201 cuyo coeficiente de variación fue del 23,52%. A los 30 y 45 días no se presentó significancia estadística en tratamientos cuyo coeficiente de variación fue del 29,33% y 26,39% lo que indica una alta heterogeneidad en la investigación propuesta, esto en relación a las diferentes especies de arvenses encontradas (cantidad) en las 25 unidades experimentales, para ello se tomó en cuenta la aplicación de la fórmula de dominancia de arvenses, esto permitió obtener los individuos de cada especie muestreados en una localidad, en relación con el total de individuos de todas las especies muestreadas en esa localidad, esto expresada en cantidad. De igual manera esta variable se tomó cada mes del ciclo fenológico del cultivo de lechuga desde su trasplante.

**Tabla 22:** Prueba de Tukey al 5% para la variedad Dominancia de arvenses a los 15 días.

		15 días	
Tratamientos		Medias	Rango
<b>T3</b>	(cascarilla de arroz)	0,52	A
<b>T1</b>	(carbón)	0,51	A
<b>T2</b>	(sigse)	0,50	A B
<b>T4</b>	(heno)	0,42	A B
<b>T5</b>	(testigo)	0,30	B

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 22, a los 15 días se observó significancia estadística encontrándonos con dos rangos, donde el T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) hubo una mayor dominancia y menor diversidad de arvenses con unas medias de 0,52 y 0,51 ubicándose en el primer rango A. El último tratamiento fue el T5 (testigo) con una media de 0,30; esto indica que presentó menor dominancia, por ende, mayor diversidad, estando en un rango B.

**Tabla 23:** Medias para la variable Dominancia de arvenses a los 30 y 60 días.

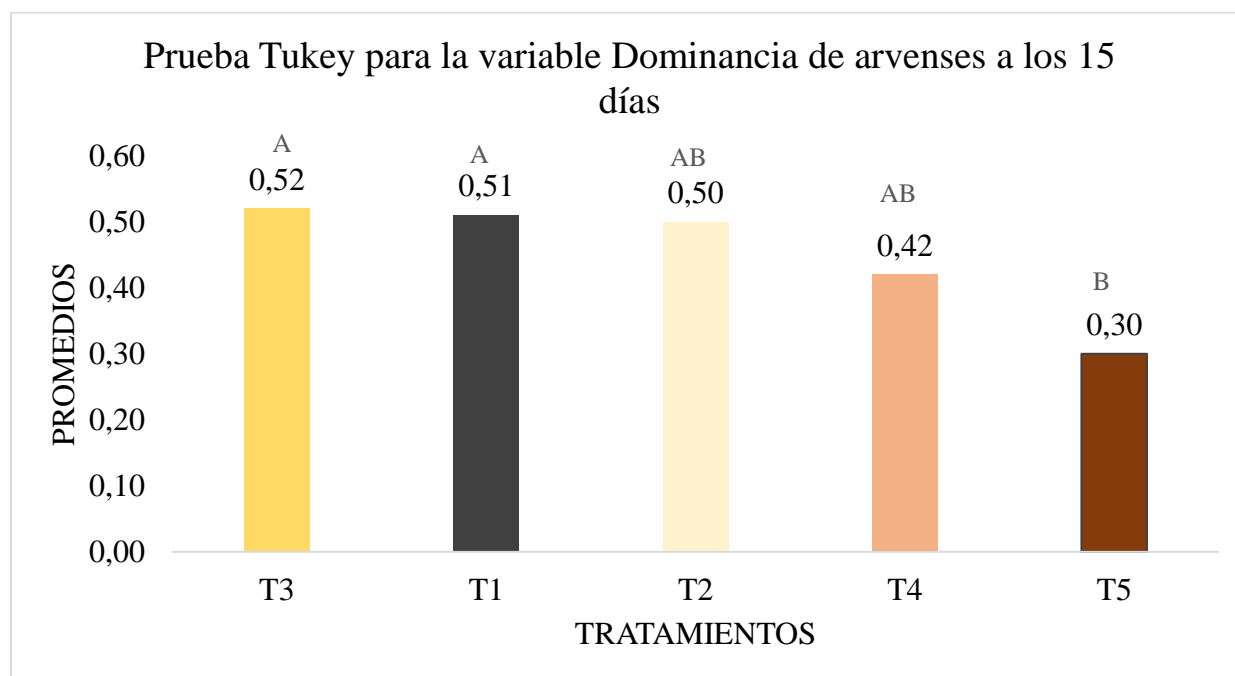
		30 días	60 días
Tratamientos		Medias	Medias
<b>T3</b>	(cascarilla de arroz)	0,55	0,50

<b>T1</b>	(carbón)	0,50	0,45
<b>T2</b>	(sigse)	0,47	0,43
<b>T4</b>	(heno)	0,38	0,41
<b>T5</b>	(testigo)	0,33	0,32

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 23 se realizó las medias para la variable dominancia de arvenses, a los 30 y 45 días se observó que el T3 (cascarilla de arroz) con una media de 0,55 y 0,50 es decir cuanto más se acerca a 1, la dominancia aumenta y la diversidad disminuye. Le sigue el tratamiento T1 (carbón) a los 60 días con una media de 0,50. El T5 (testigo) cuyas medias fueron de 0,33 y 0,32 donde indica que la dominancia es baja y mayor la diversidad de arvenses.

**Gráfico 7:** Medias de la variable Diversidad de arvenses a los 15 días



*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

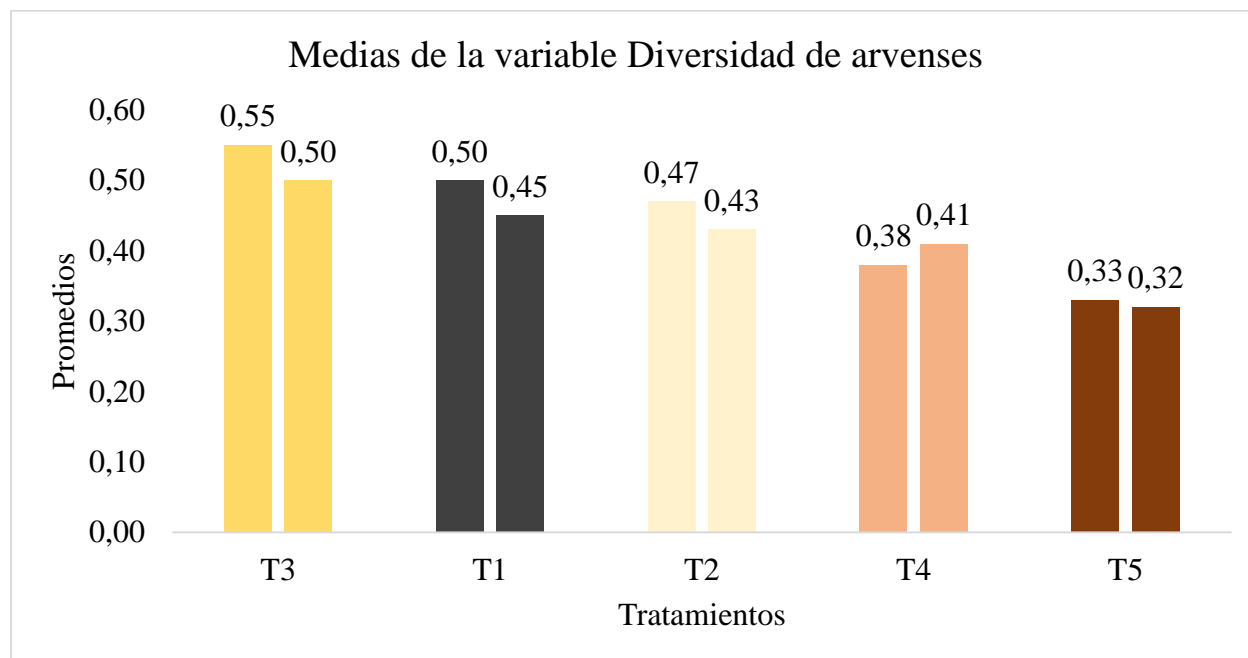
En la figura 7, se observa que el T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) con unos valores de 0,52 y 0,51; lo que hace referencia a una dominancia mayor y menor diversidad, la cual la especie kikuyo (54) domina, por ende, (Gil, 2017) menciona que el kikuyo generalmente se encuentra en

climas fríos, donde invade todos los cultivos causando pérdidas de rendimiento e interfiriendo en las labores culturales y las semillas son dispersadas por los animales y el agua.

Zribi (2013). Concluye que tanto la cascarilla de arroz como el carbón sobre el suelo (mulch) evita la penetración de la luz que este controla la vegetación espontánea favoreciendo su asfixia y constituye una barrera física para la emergencia de la flora arvense, por ende, el testigo obtuvo menor dominancia y mayor crecimiento de especies arvenses por lo que esta investigación corrobora lo que dice dicho autor.

Y el último tratamiento fue el T5 (testigo) con valor de 0,30; esto indica que cuanto más se aleje de 1 es menor la dominancia y mayor la diversidad, la cual se destaca a la especie falsa quinua (59), esta maleza se considera colonizadora de nuevos crecimientos, absorbiendo y liberando más agua, haciendo que el suelo pierda humedad con mayor rapidez con lo que concuerda con la autora (Leica, 2010).

**Gráfico 8:** Medias de la variable Diversidad de arvenses a los 30 y 45 días



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

Dentro de la variable dominancia de arvenses tomadas en cuenta a los 30 y 45 días, no se encontró significancia estadística pero el T3 (cascarilla de arroz) presenta un valor mayor a comparación con el testigo cuyos valores fueron de 0,55 y 0,50 lo que hace referencia a mayor

dominancia y menor diversidad de arvenses. En el último lugar se encuentra el T5 (testigo) con unos valores de 0,33 y 0,32 lo que hace referencia a una baja dominancia y mayor diversidad de arvenses. A los 45 días el T1 (carbón) se encuentra con un valor de 0,50 lo que indica mayor dominancia y menor diversidad, de modo que se destacan a las especies: falsa quinua y kikuyo ya que fueron las más presentes en la investigación donde (Leica, 2010) manifiesta que las especies arvenses han existido a lo largo de la historia agrícola debido a su impacto en el rendimiento de los cultivos, los costos de producción, el número de plagas y la calidad del fruto, por lo tanto, es importante ampliar la investigación del comportamiento entre ellas.

### 11.1.7 Peso de lechuga cosechada.

**Tabla 24:** ADEVA para la variable Peso de lechuga cosechada.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTO	8774,89	4	2193,72	4,46	0,01	*
REPETICIONES	1233,37	4	308,34	0,63	0,65	Ns
Error	7877,81	16	492,36			
Total	17886,07	24				
CV	43,43%					

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

El análisis de varianza, tabla 24, indicó una significación estadística para tratamientos con un valor de 0,01, El coeficiente de variación en peso de gramos fue de 43,43%. Se tomo al último día después de la cosecha.

**Tabla 25:** Prueba de Tukey al 5% para la variable Peso de lechuga cosechada.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO
T4	86,04	A
T3	51,32	A B
T5	46,04	A B
T1	41,28	B
T2	30,8	B

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

**Gráfico 9:** Medias de la variable Peso de lechuga cosechada.



*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 25 se realizó la prueba de tukey al 5% donde se observó el peso de las lechugas en cada uno de los tratamientos, al igual que se evidencia dos rangos se evidencia que el tratamiento T4 (heno) tiene una media de 86,04 con un rango A, mientras que el tratamiento T2 (sigse) con una media de 30,8 tienen menor porcentaje con un rango B.

Rodríguez (2007), indica que el uso de acolchados retiene humedad, creando un ambiente favorable para incrementar la cantidad, rendimiento y peso de los frutos dándonos así un desarrollo favorable para el cultivo, al igual que Suárez, J. (2019, marzo). Efectos del color del acolchado sobre el desarrollo y producción en tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) [Universidad de Guadalajara]. Por otro lado (Suárez, 2019) afirma que el entorno proporcionado por estos acolchados (mulch) es beneficioso, ya que se logró un peso superior al suelo sin cobertura.

### 11.1.8 Características químicas del suelo.

Características químicas del suelo en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

Con la finalización del proyecto se procedió a los análisis respectivos, realizando una comparación con el análisis inicial obtenido anteriormente con un análisis final proporcionado por el INIAP - Estación Santa Catalina.

### 11.1.9.1 Temperatura del suelo.

Porcentaje de la Temperatura del suelo en el efecto de cuatro mulch orgánicos en las propiedades del suelo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 26:** ADEVA para la variable de temperatura del suelo de los 15, 30, 45 y 60 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTO	45,71	4	11,43	11,94	0,0001	**
REPETICION	10,54	4	2,63	2,75	0,06	Ns
Error	15,32	16	0,96			
Total	71,57	24				
CV %	4,52					

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

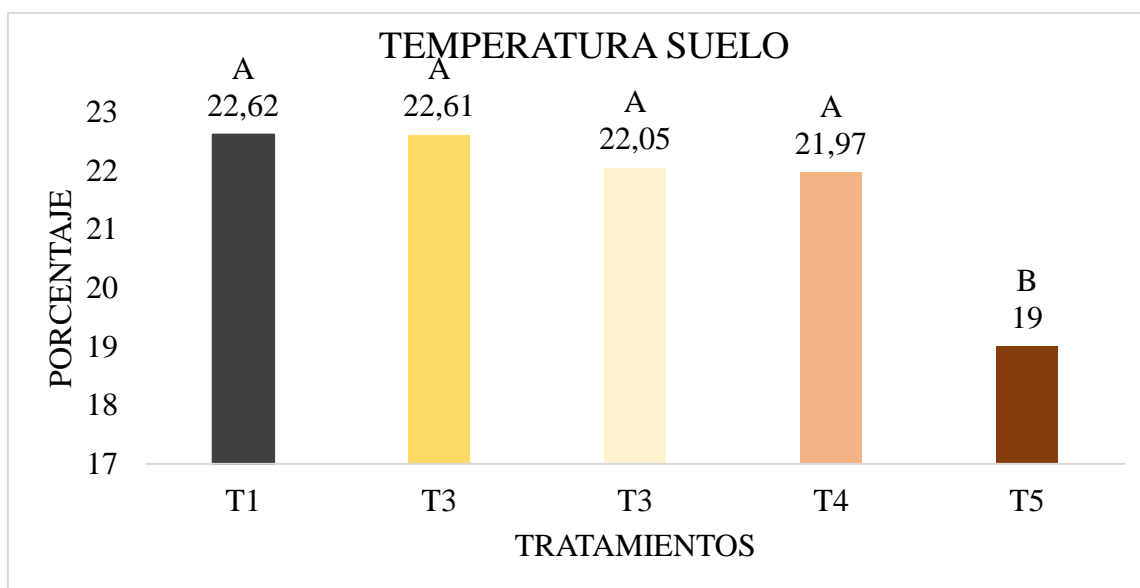
En la tabla 28 no se muestra significancia estadística en los tratamientos de los 15, 30, 45 y 60 días con coeficiente de variación de 4,20% teniendo en cuenta que los datos se toman con la ayuda del medidor de temperatura, esta variable se empezó a tomar desde los 15 días del trasplante y teniendo en cuenta que la humedad del suelo tiene mucha relación con el clima y el riego que se está utilizando para el cultivo.

**Tabla 27:** Prueba de Tukey al 5% para la variable temperatura del suelo en los 15, 30, 45 y 60 días.

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGO
T1	22,62	A
T3	22,61	A
T3	22,05	A
T4	21,97	A
T5	19	B

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

**Gráfico 10:** Media para la variable de temperatura del suelo de los 15, 30 ,45 y 60 días



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

En la tabla 29 se realizó la prueba de tukey al 5% donde se observó la temperatura del suelo en cada uno de los tratamientos, al igual que se evidencia dos rangos se evidencia que el tratamiento T1 (carbón) tiene una media de 22,62 con un rango A, mientras que el tratamiento T5(testigo) con una media de 19 tienen menor porcentaje con un rango B.

Fischer (1997). Indica que la temperatura óptima del suelo varía según el tipo de cultivo y las condiciones climáticas locales, pero generalmente se sitúa entre 18°C y 25°C, (Ekinci, 2009), también nos dice que los tratamientos que contienen coberturas (mulch) ayudan a regular la temperatura del suelo y aumentar la humedad, por lo tanto, podemos observar en el gráfico 11 los tratamientos que contienen mulch son los que se mantienen con una media adecuada a los parámetros mientras que el t5(testigo) tienen una media baja a la de los demás pero se mantiene de igual manera en los porcentajes adecuados.

### 11.1.9.2 Humedad del suelo.

Porcentaje de la Humedad del suelo en el efecto de cuatro mulch orgánicos en las propiedades del suelo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

**Tabla 28:** ADEVA para la variable de humedad del suelo de los 15, 30, 45 y 60 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTO	953,89	4	238,47	2,47	0,09	Ns
REPETICION	156,85	4	39,21	0,41	0,8	Ns
Error	1546,57	16	96,66			
Total	2657,3	24				
CV%	18,69					

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

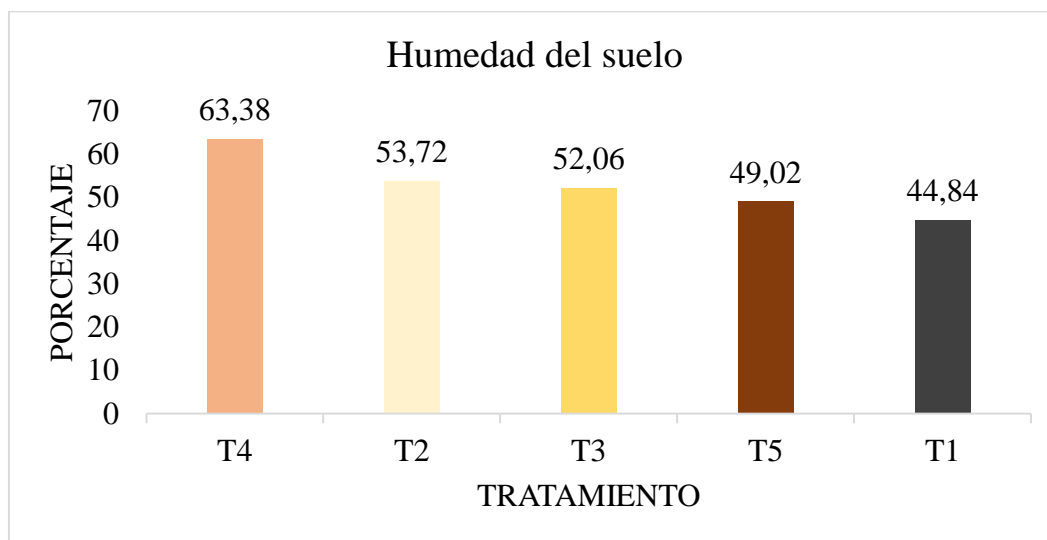
En la tabla 30, no se muestra significancia estadística en los tratamientos de los 15, 30, 45 y 60 días con coeficiente de variación de 18,69% teniendo en cuenta que los datos se toman con la ayuda del medidor de Humedad, esta variable se empezó a tomar desde los 15 días del trasplante y teniendo en cuenta que la humedad del suelo tiene mucha relación con el clima y el riego que se está utilizando para el cultivo.

**Tabla 29:** Media para la variable de humedad del suelo de los 15, 30, 45 y 60 días.

TRATAMIENTOS	MEDIA
T4	63,38
T2	53,72
T3	52,06
T5	49,02
T1	44,84

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

**Gráfico 11:** Media para la variable de humedad del suelo de los 15, 30 ,45 y 60 días.



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

En la tabla 31 se observa la media de temperatura del suelo en cada uno de los tratamientos. se evidencia que el tratamiento T4(heno) tiene una media de 63,38, mientras que el tratamiento T1(carbón) con una media de 44,84 tienen menor porcentaje.

González (2004). Indica que el mulch contribuye a mantener la humedad del suelo, disminuyendo la evaporación y potencialmente reduciendo la frecuencia necesaria para regar, por lo que (Benedetti, 2012). Nos dice que la humedad optima que debe tener el suelo va de 40% a 50% pero al agregar mulch esta incrementara de acuerdo al clima y a diversos factores, como se observa en el gráfico 12 nos indica que el t4(heno) fue el tratamiento que mayor humedad tuvo en la investigación por lo que se desarrollaron correctamente las plantas de lechuga, de igual forma el tratamiento t1(carbón) obtuvo una media acorde a los requerimientos, pero menor a los demás tratamientos.

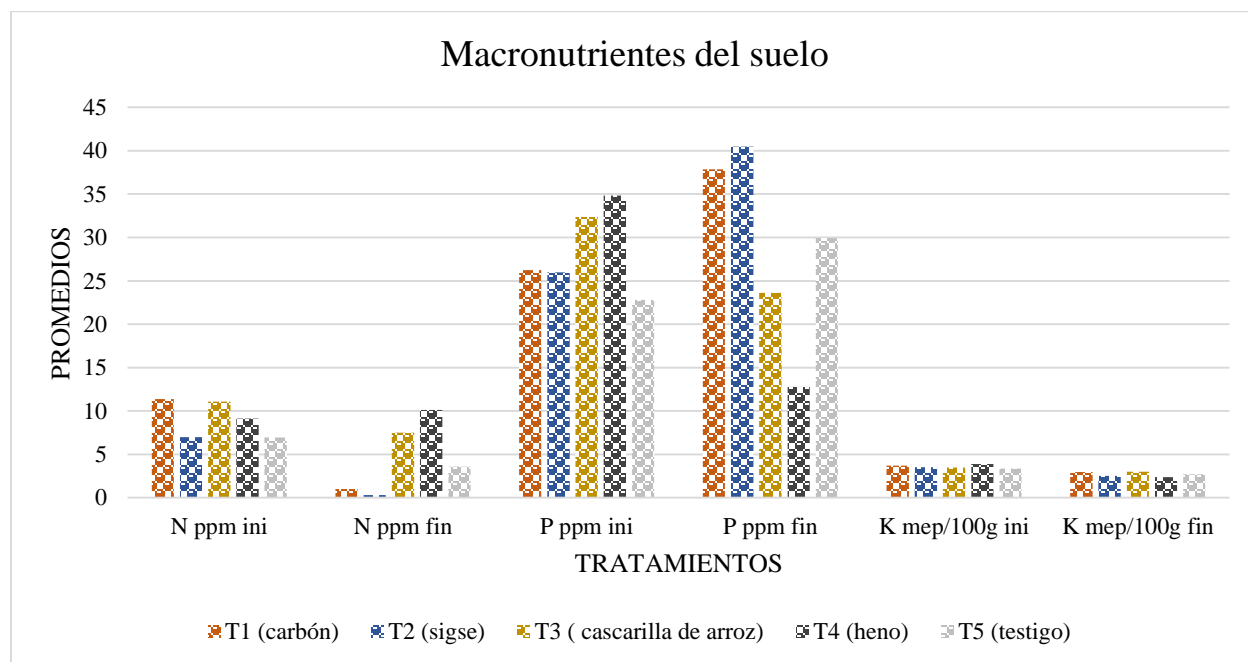
### 11.1.9.3 Macronutrientes del suelo.

Al finalizar los 70 días de la investigación, tiempo en la cual se incorporó los cuatro mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) incluido el testigo, se realizó la interpretación de resultados obtenidos con la ayuda del análisis de suelos realizado en el (INIAP) ocasionada por cada mulch orgánico y testigo según los macronutrientes del suelo.

**Tabla 30:** Resultados de macronutrientes del suelo.

Análisis	N ppm ini	N ppm fin	P ppm ini	P ppm fin	K mep/100g ini	K mep/100g fin
T1 (carbón)	11,37	1,02	26,24	37,86	3,7	2,96
T2 (sigse)	6,98	0,29	25,97	40,46	3,5	2,51
T3 (cascarilla de arroz)	11,09	7,48	32,35	23,63	3,49	2,98
T4 (heno)	9,13	10,1	34,82	12,79	3,87	2,38
T5 (testigo)	6,94	3,6	22,81	29,94	3,37	2,71

**Fuente:** (INIAP – Estación Santa Catalina)

**Gráfico 12:** Análisis de los macronutrientes del suelo.

**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

En la gráfico 13, se muestra los macronutrientes del suelo los cuales son N, P y K el cual son los que ayudan al crecimiento y a la supervivencia de los cultivos, como el mejor resultado fue el T4 (Heno) donde se incrementó el elemento de N con un análisis de 10,1. (Carrión, 2008), demuestra que colocar heno aumenta la capacidad del suelo para aumentar el nitrógeno, acelerando la transformación de este en corto plazo, y aumentando así la biodisponibilidad para las plantas.

En el elemento P se evidencia un aumento de este al inicio T4 (heno) posee un análisis de 34,82 ppm mientras que el análisis final el T2 (sigse) posee 40,46 ppm. Indica (Medina, 2021) que en suelos alcalinos el fósforo tiende a volverse inactivo rápidamente, resultando en bajos niveles de fósforo en el suelo. No obstante, el sigse utilizado como mulch mejora los suelos pesados, lo cual favorece un mejor desarrollo del sistema radicular y, en consecuencia, aumenta la cantidad de fósforo disponible en el suelo.

Finalmente, los resultados de potasio (K) según los análisis del INIAP son elevados a pesar de su disminución general. El tratamiento que mostró los mejores resultados al inicio T4 (heno) con un valor de 3.87 meq/100g en el análisis final fue el T3 (cascarilla de arroz) con un valor de 2,98 meq/100g. Dado que el pH alcalino del suelo implica que los niveles de calcio suelen ser muy elevados, esto disminuye la absorción de potasio por las plantas, incluso cuando hay suficiente potasio presente en el suelo. Ribó, M. (2004, abril 23). Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agro sistemas hortícolas con manejo integrado ecológico (Ribó, 2013).

#### 11.1.9.4 Meso nutrientes del suelo.

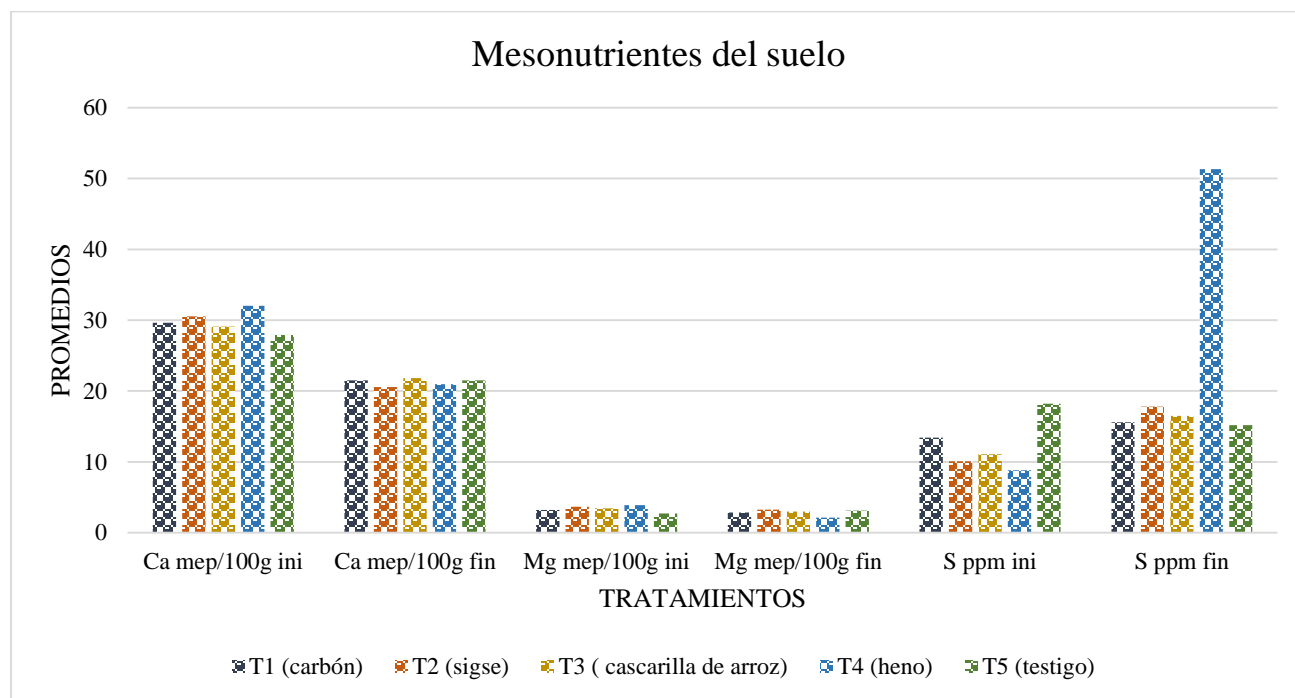
Al finalizar los 70 días de la investigación, tiempo en la cual se incorporó los cuatro mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) incluido el testigo, se realizó la interpretación de resultados obtenidos con la ayuda del análisis de suelos realizado en el (INIAP) ocasionada por cada mulch orgánico y testigo según los meso nutrientes del suelo.

*Tabla 31: Resultados meso nutrientes del suelo.*

Análisis	Ca mep/100g ini	Ca mep/100g fin	Mg mep/100g ini	Mg mep/100g fin	S ppm ini	S ppm fin
T1 (carbón)	29,65	21,53	3,21	2,85	13,44	15,61
T2 (sigse)	30,53	20,55	3,66	3,26	10,1	17,8
T3 (cascarilla de arroz)	29,11	21,83	3,46	2,99	11,06	16,48
T4 (heno)	32,05	20,99	3,88	2,14	8,84	51,31
T5 (testigo)	27,93	21,53	2,73	3,12	18,23	15,2

*Fuente: (INIAP – Estación Santa Catalina)*

**Gráfico 13:** Análisis de los meso nutrientes del suelo.



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

En el gráfico 14, se muestra los resultados por el INIAP de los meso nutrientes del suelo que son Ca, Mg y S. En el tratamiento 4 (heno) obtuvo mayor incremento en Ca con un análisis inicial de 32,05 mientras que al final el T2 (cascarilla de arroz) obtuvo un análisis de 21,83. El uso de mulch influye en la capacidad del suelo, y que un pH elevado impide la liberación de calcio. Por lo tanto, es aconsejable activar los efectos beneficiosos en las raíces de las plantas, Por lo que, el calcio ha demostrado ser crucial tanto en la capacidad de adsorción del suelo como en su impacto sobre la asimilación de nutrientes por la planta (Diovisalvi, 2021).

Respecto al Mg se determinó que existió un aumento en todos los tratamientos, donde el tratamiento que se evidenció más aumento fue al inicio T4 (heno) con un análisis de 3,88 meq/100g, por otra parte al final el T2 (sigse) se encuentra con un análisis de 3,26 meq/100g. (Huante, 2009) indica que en algunos suelos de textura fina y en áreas áridas o semiáridas, la carencia de magnesio no es un problema significativo, ya que el magnesio tiende a estar principalmente precipitado en el perfil del suelo. Además, la incorporación de materia orgánica

incrementa su contenido, lo que fortalece la resistencia de los cultivos y ofrece una mayor protección a las raíces.

En el S, en el análisis inicial se evidencia que el T5 (testigo) tuvo un valor más alto con 18,25 ppm, en el análisis final el T4 (heno) posee el valor más alto de azufre con 51,31 ppm. Este meso nutriente puede encontrarse en formas orgánicas e inorgánicas en suelos con condiciones aeróbicas. Bajo estas condiciones, las bacterias pueden convertir el ion sulfato en ácido sulfhídrico, en ambos escenarios, la cantidad de azufre disponible para las plantas en el suelo será reducida, micronutrientes y metales pesados presentes en el suelo (Fern, 2002).

#### 11.1.9.5 Micronutrientes del suelo.

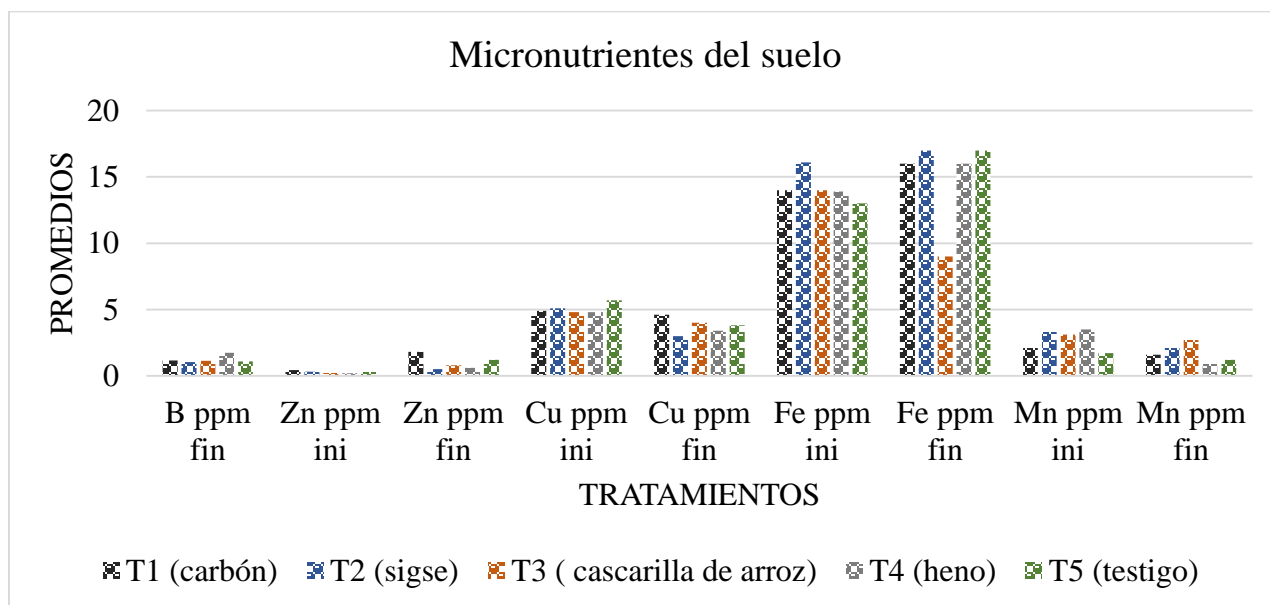
Al finalizar los 70 días de la investigación, tiempo en la cual se incorporó los cuatro mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) incluido el testigo, se realizó la interpretación de resultados obtenidos con la ayuda del análisis de suelos realizado en el (INIAP) ocasionada por cada mulch orgánico y testigo según los micronutrientes del suelo.

*Tabla 32: Análisis de los micronutrientes del suelo.*

Análisis	B ppm ini	B ppm fin	Zn ppm ini	Zn ppm fin	Cu ppm ini	Cu ppm fin	Fe ppm ini	Fe ppm fin	Mn ppm ini	Mn ppm fin
<b>T1 (carbón)</b>	<b>1,46</b>	1,16	0,42	1,8	4,9	4,6	14	16	2,1	1,6
<b>T2 (sigse)</b>	<b>1,24</b>	1,04	0,32	0,5	5,1	3	16,1	17	3,3	2,1
<b>T3 (casquilla de arroz)</b>	<b>1,22</b>	1,12	0,21	0,8	4,8	4	14	9	3,1	2,7
<b>T4 (heno)</b>	<b>1,23</b>	1,73	0,2	0,6	4,8	3,4	13,9	16	3,5	0,9
<b>T5 (testigo)</b>	<b>1,9</b>	1,08	0,28	1,2	5,7	3,8	13	17	1,7	1,2

*Fuente: (INIAP – Estación Santa Catalina)*

**Gráfico 14:** Análisis de los micronutrientes del suelo.



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

Con los resultados obtenidos por el INIAP se puede observar en el gráfico 15 a los micronutrientes del suelo B, Zn, Cu, Fe, Mn. El tratamiento que presentó mayor cantidad de B al inicio fue el T1 (carbón) con 1,46ppm, mientras que en el análisis final el T4 (heno) obtuvo una mayor cantidad con 1,73 ppm. Esto está relacionado con el pH del suelo, ya que (Cooper, 2016). Los micronutrientes son la clave para mejorar la producción. (CropLife, 13.) indica que un pH alto favorece la absorción del nutriente, alcanzando su máximo en zonas alcalinas. La disponibilidad de este elemento está vinculada a la materia orgánica, que lo libera de manera gradual a través de la acción de los microorganismos.

Los niveles de zinc (Zn) disminuyeron en todos los tratamientos, como se puede observar en los resultados al inicio el T1 (carbón) obtuvo 0,42 ppm, mientras que al final el T1 (carbón) obtuvo 1,8 ppm, dándonos un incremento. (Roca, 2007), concluye que la materia orgánica y el acolchado en el suelo aumentan la disponibilidad de zinc al formar complejos orgánicos móviles que las plantas pueden absorber para su crecimiento. No obstante, la disponibilidad de zinc disminuye en presencia de elevados niveles de fósforo y cobre.

El tratamiento que presentó mayor cantidad de Cu al inicio el T5(testigo) con 5,7 ppm, mientras que al final el T4 (carbón) con 4,6 ppm, se presentó una disminución. Esto está relacionado con el pH del suelo, ya que un pH alto puede provocar clorosis por deficiencia de

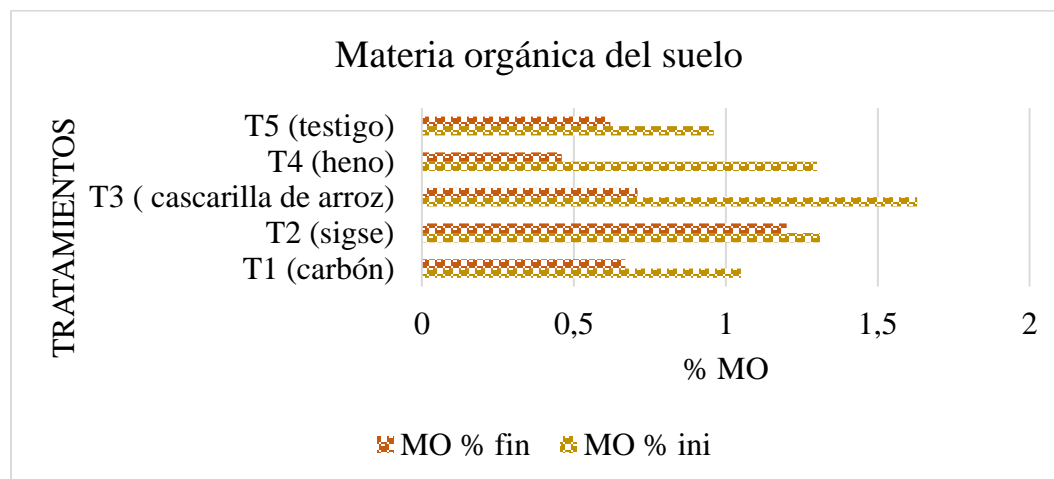
cobre debido a su baja solubilidad en suelos alcalinos. Sin embargo, ciertos cultivos, como la lechuga, muestran tolerancia a suelos básicos (García et al., 2015).

En esta investigación todos los tratamientos presentan altas concentraciones de hierro sin embargo al inicio el T2(sigse) presenta 16,1 ppm, por lo tanto, el en análisis final T2 (sigse) y T1(testigo) presentan 17 ppm. Una baja porción de hierro genera clorosis férrica (la más famosa de las carencias) y su corrección es base de quelatos. Muentes, J. A. (22 de Julio de 2012). Acromática. Obtenido de Comportamiento de los nutrientes en función del pH: (Ginés, 2002) En último lugar se tiene al Mn con un valor inicial en el T4(heno) de 3,5, en el análisis final nos da 2,7 ppm este dato es correspondiente al T3 (cascarilla de arroz) Se considera que este tipo de mulch, presenta una disponibilidad muy baja, lo que afecta negativamente la activación de enzimas y las funciones metabólicas del cultivo. Peñaranda, I. (24 de octubre de 2017). Metroflor. Obtenido de Importancia del manganeso en plantas.

#### 11.1.9.6 Materia orgánica.

Al finalizar los 70 días de la investigación, tiempo en la cual se incorporó los cuatro mulch orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) incluido el testigo, se realizó la interpretación de resultados obtenidos con la ayuda del análisis de suelos realizado en el (INIAP) ocasionada por cada mulch orgánico y testigo según la materia orgánica del suelo.

**Gráfico 15:** Análisis de la materia orgánica del suelo



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

De acuerdo al análisis final y después de haber aplicado la investigación planteada con los cuatro tipos mulch orgánicos incluido el testigo, se observa que al inicio el T3 (cascarilla de arroz) obtuvo un valor superior con 1,63%, mientras que al final T2 (sigse) obtuvo un valor superior a los demás con 1,2%. Tiene una fuerte influencia directa debido a la materia prima con la que se elaboró, los materiales orgánicos en ausencia de aire (pirolisis) y conserva muchos de los nutrientes presentes en la materia orgánica de origen. De este modo, actúa como un estimulante para la actividad microbiana, ayuda a conservar la materia orgánica en el suelo, funciona como un agente de encalado y proporciona coloides con alta capacidad de intercambio catiónico en el suelo. Caseres, A. (9 de Junio de 2013). Agrotec. Obtenido de Impacto del carbón en el suelo agrícola: (Puentes, 2021).

En último lugar se tuvo al inicio el T5(testigo) con un valor de 0,96%, mientras que al final el T4 (heno) con un valor del 0,46 %, no tan bajo comparado a otros suelos, Esto provoca un desequilibrio en la calidad y productividad del suelo, afectando su fertilidad, disponibilidad de agua, susceptibilidad a la erosión, compactación, e incluso la resistencia de las plantas a insectos y enfermedades, que dependen en gran medida de la materia orgánica del suelo, pero en este caso el heno dio resultados de crecimientos adecuados durante la investigación. Docampo, R. (2014). La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola. Valencia: INIA.

#### ***11.1.10 Características biológicas del suelo.***

Características biológicas del suelo en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánico en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Los análisis microbiológicos del suelo analizados por el laboratorio ABISRE se identificaron hongos patógenos, saprófitos y benéficos con distintas concentraciones las cuales fueron  $10^2$ ,  $10^3$  y  $10^4$  con unidades de colonias (Pfc/ml).

En la siguiente tabla se desglosa los microorganismos identificados en cada tratamiento:

**Tabla 33: Microorganismos identificados del suelo**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MICROORGANISMOS IDENTIFICADOS</b>	
<b>Mulch de Carbón</b>	<i>Fusarium sp</i>	Patógeno
	<i>Ausencia</i>	Saprófito
	<i>Trichoderma sp</i>	Benéfico
<b>Mulch de Sigse</b>	<i>Ausencia</i>	Patógeno
	<i>Aspergillus sp</i>	Saprófito
	<i>Paecilomyces</i>	Benéfico
<b>Mulch de Cascarilla de arroz</b>	<i>Furarium sp</i>	Patógeno
	<i>Aspergillus sp</i>	Saprófito
	<i>Ausencia</i>	Benéfico
<b>Mulch de Heno</b>	<i>Ausencia</i>	Patógeno
	<i>Penicillium sp</i>	Saprófito
	<i>Trichoderma sp</i>	Benéfico
<b>Testigo</b>	<i>Ausencia</i>	Patógeno
	<i>Penicillium sp</i>	Saprófito
	<i>Ausencia</i>	Benéfico

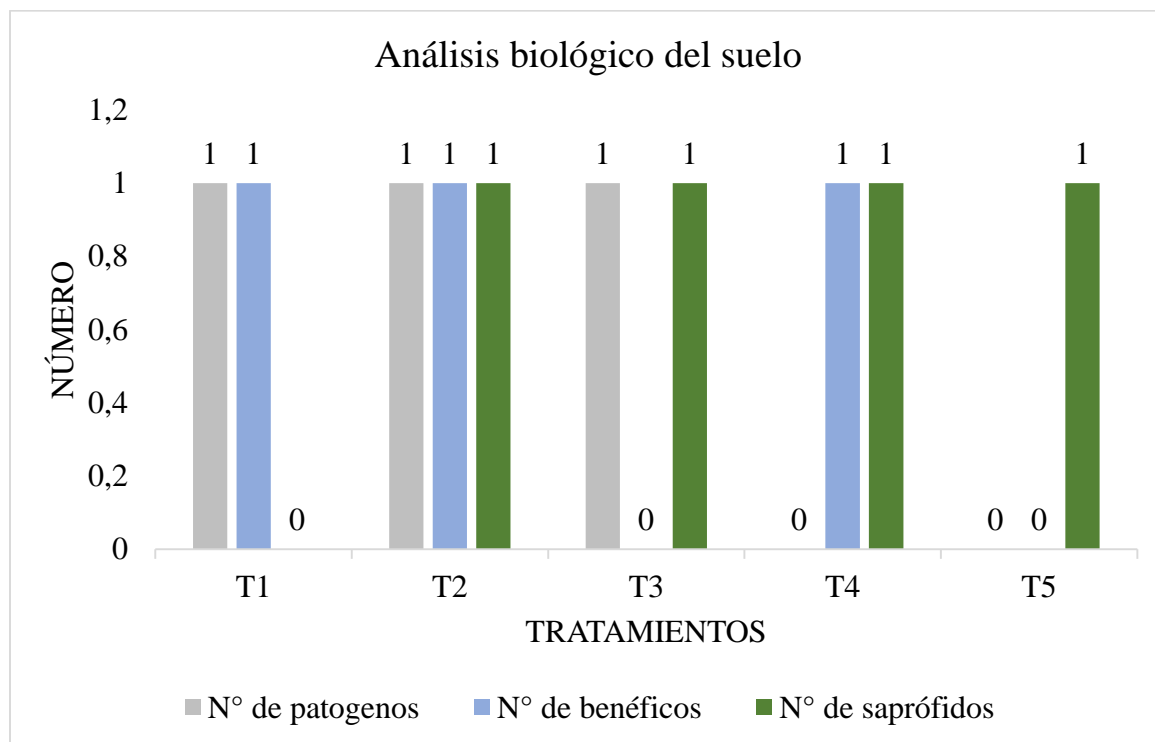
*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 35, dio como resultado la obtención de diferentes microorganismos en los tratamientos demostrando con ello que en cada tratamiento existe la presencia de hongos patógenos, saprófitos y benéficos dando como conclusión que hay mayor cantidad de hongos benéficos *Trichoderma sp* y *Paecilomyces sp* donde reducen las poblaciones de nematodos por parasitismo y por inducción de la resistencia sistémica adquirida (Araya, 2015).

Según Sivila (2013). Dentro de las ventajas que posee *Trichoderma spp.* se puede señalar su capacidad de afectar distintas estructuras de los hongos patógenos como los conidios, los esclerocios (que como ya se observó, es típico de hongos como *Sclerotinia*) y las hifas, además, es efectivo en el control de otros hongos patógenos que causan enfermedades radiculares y vasculares, y estimula el crecimiento de la planta.

A continuación, en el gráfico 17 se muestra la presencia de hongos patógenos, saprófitos y benéficos en el suelo.

**Gráfico 16:** *Análisis biológico del suelo*



**Elaborado por:** (Moreno, 2024)

En el gráfico 17, se determinó la presencia de hongos patógenos, saprófitos y benéficos en los 5 tratamientos los cuales dan con resultado a hongos saprófitos con la mayor cantidad y presencia en 4 tratamientos los cuales son *Aspergillus sp* y *Penicillium sp* (Giraldo, 2012), menciona que estos hongos desempeñan un papel crucial en los ecosistemas al descomponer restos de plantas, animales y otros organismos muertos, liberando nutrientes esenciales de vuelta al suelo, lo que facilita su reutilización por otros seres vivos. El T1 (carbón) no presenta hongo saprófito.

### 11.1.11 Costo-beneficio.

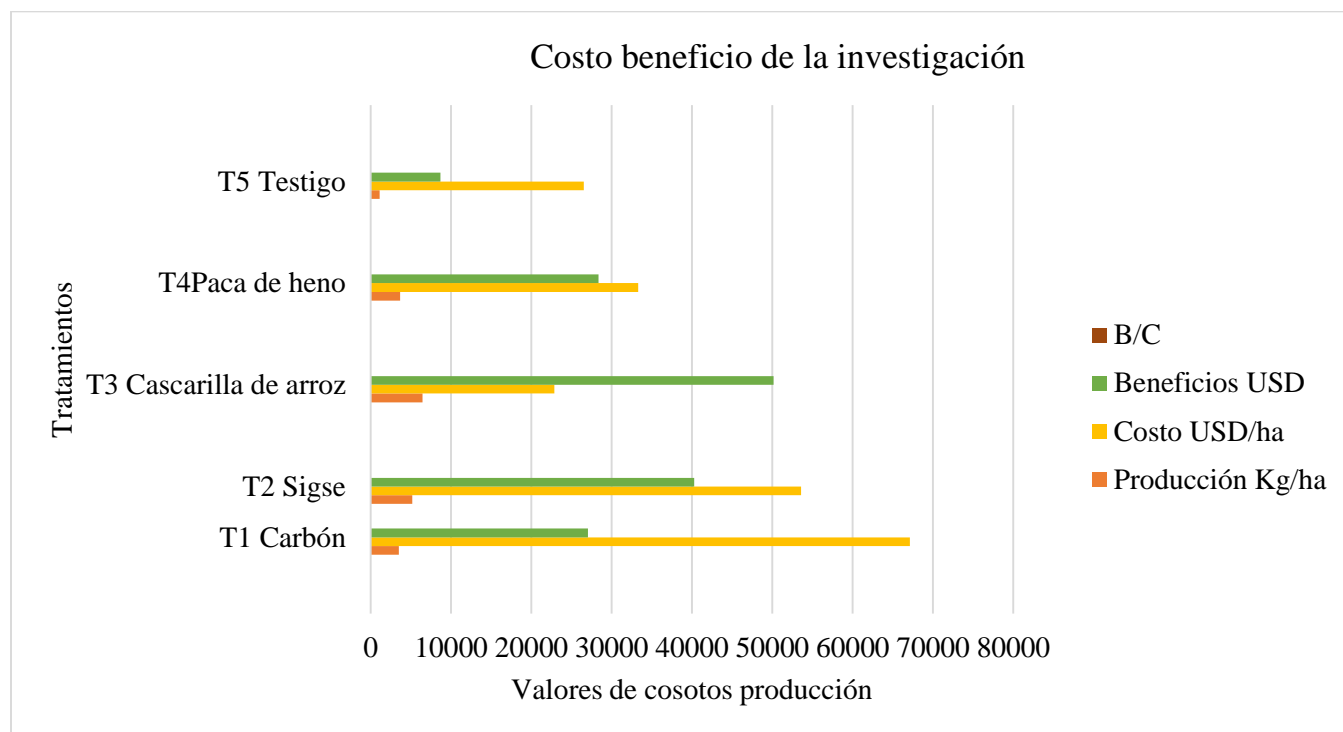
*Tabla 34: Costo beneficio del proyecto de investigación implementada.*

Mulch	Rend/Trat. kg	Costo/Trat. USD	Producción kg/ha	Costo USD/ha	PVP USD/kg	Beneficios USD	B/C
<b>T1 Carbón</b>	41,28	64,28	72,674	218,022	0,45 Kg (\$36)	27060,19	0,67
<b>T2 Sigse</b>	30,8	51,28	97,402	292,206		40266,2	0,53
<b>T3 Cascarilla de arroz</b>	51,32	21,78	58,468	175,404		50150,46	0,23
<b>T4 Paca de heno</b>	86,04	31,78	82,72	248,16		28356,48	0,33
<b>T5 Testigo</b>	46,04	25,28	64,16	192,48		8668,98	0,26

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

En la tabla 36, se demuestra el costo veneficio de la investigación de cada tratamiento tomando en cuenta que los costos están dados básicamente por los diferentes precios de acuerdo a las unidades de cantidad que conforman cada parcela, además se toma en cuenta los rubros de riego, mano de obra, horas de trabajo, implementos orgánicos y mulch orgánicos.

(Ganaderia, 2019) menciona que es costo total de producción del cultivo de lechuga es de \$9 021,90 y 563,87 dólares/ton

**Gráfico 17: Costo beneficio de la investigación**

*Elaborado por:* (Moreno, 2024)

## 12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOLIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)

### 12.1 Técnicos.

El presente proyecto de investigación ha proporcionado valiosos conocimientos técnicos para la práctica agrícola, particularmente en la aplicación de mulch orgánicos en el ciclo fenológico del cultivo de lechuga cresa (*Lactuca sativa L.*), variedad Numérica. Los resultados obtenidos demuestran que el uso de mulch orgánicos contribuye significativamente a la preservación y mejora del desarrollo de la planta.

Estos hallazgos ofrecen a los agricultores una técnica más efectiva para la cosecha, optimizando el rendimiento del cultivo y la calidad del producto. La implementación de mulch orgánicos no solo favorece el crecimiento y la salud de la lechuga, sino que también puede mejorar la eficiencia en la obtención de resultados durante el proceso de cosecha.

## **12.2 Sociales.**

Este proyecto de investigación tiene una notable contribución al aspecto social al abordar la necesidad creciente de cultivos y alimentos más sanos y orgánicos. La utilización de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga no solo mejora la calidad del alimento, sino que también contribuye significativamente a la preservación de la salud del suelo.

## **12.3 Ambientales.**

La aplicación de mulch orgánicos en el cultivo de lechuga ofrece importantes beneficios ambientales al reducir la dependencia de insecticidas y fertilizantes químicos. Los mulch orgánicos aportan nutrientes y beneficios naturales al suelo, mejorando su salud y estructura sin la necesidad de productos químicos sintéticos.

## **12.4 Económicos.**

El proyecto de investigación ha demostrado que la utilización de mulch orgánicos en los tratamientos de cultivo ofrece diversas posibilidades económicas. Aunque los costos de aplicación de mulch orgánicos pueden ser ligeramente superiores en comparación con el suelo testigo (sin mulch), los beneficios obtenidos superan estos costos adicionales.

### 13. CONCLUSIONES

- El mulch que demostró los mejores resultados en relación con el cultivo de lechuga fue el T4 (heno) ya que presentó resultados elevados en los mejores indicadores de respuesta a planta como altura, número de hojas, diámetro superior y peso en kg, además en conjunto con el T2 (cascarilla de arroz) ayudo de forma efectiva en cuanto al control de diversidad y dominancia de arvenses.
- Gracias a la implementación de los mulch orgánicos, se redujo el ph en una mínima parte en los tratamientos, el T4 (heno) presentó mayor reducción ya que marca la diferencia de 0.5%, presento aumento de materia orgánica con 0,46%; en macro, meso y micronutrientes no presento valores significativos para la recuperación inmediata del suelo., y en microorganismos hubo disminución tanto en patógenos como benéficos, en microorganismos saprofitos aumentó.
- En el análisis de costo beneficio el T4 (heno) fue el mejor tratamiento con un beneficio de \$0,53.

#### **14. RECOMENDACIONES**

- Fomentar el uso de mulch orgánico en base a la agricultura orgánica con el fin de promover la recuperación de suelos erosionados.
- Utilizar mulch orgánico como paja, hojas secas, compost o restos de cultivos. Estos materiales ayudan a mejorar la estructura del suelo y proporcionan.
- Analizar distintos parámetros como el tiempo de descomposición de los diferentes mulch orgánicos con la finalidad de más información.
- Asegurar que el mulch orgánico cubra toda el área de manera uniforme para maximizar su efectividad en la prevención de la erosión.
- Complementa el uso de mulch con otras técnicas de conservación del suelo, como terrazas, zanjas de infiltración o barreras naturales, para maximizar la protección y recuperación del suelo erosionado.
- Difundir los análisis y resultados obtenidos de esta investigación con el sector agrícola y la comunidad campesina

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- A. Valverde. (2007). Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz. *Scientia et Technica*, 37, 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4784298>
- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de popayan. *Facultad de Ciencias Agropecuarias. Grupo de Investigación TULL.*, 7, 8. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792010000100001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792010000100001)
- Araya, M. (2015). Agronomía costarricense. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 61–76. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242015000200061](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000200061)
- Armijos, J. M. (2022). “Efecto de cuatro mulchs orgánicos en las propiedades Del suelo en el desarrollo del cultivo de apio (*apium Graveolens*) salache 2022.”
- Ávila, E. P. (2015). Manual Lechuga. *Cámara de Comercio de Bogotá*, 2–54. <http://hdl.handle.net/11520/14316>
- Benedetti, C. (2012). La teoría economía general y enseñanza de la economía. In *Lecturas de economía* (Issue 42, pp. 180–187). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia/article/view/5027/4395>
- Berrocal, N. S. (2019). *Producción de carbón vegetal a partir de residuos de Tectona grandis L.f, manufacturado por Ecobosques, San Joaquín de Cutris, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.* <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10856>
- Brunel, N., & Seguel, O. (2011). Efectos De La Erosión En Las Propiedades Del Suelo. *Agro Sur*, 39(1), 1–12. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2011.v39n1-01>
- CAJAMAR. (2018). Gusano de alambre. detección y métodos de control. *El Huerto*, 168, 4.

file:///C:/Users/CLIENTE/Desktop/boletin-huerto-168-1496659029-c67a6.pdf

Carrasco, J. (2004). Prácticas de conservación de suelos. *Fundacion Hondureña de Investigación Agrícola*, 72, 1–24.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8761/NR28124.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Carrión, J. (2008). *EFFECTO DEL CARBON.pdf*.

Delgado, I. R. (2017). DEGRADACIÓN DEL SUELO EN SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA GRANJA SANTA INÉS, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR. In *Jurnal Sains dan Seni ITS* (Vol. 6, Issue 1, pp. 51–66).

<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>  
<http://fiskal.kemenkeu.go.id/ejournal>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055>  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006>  
<https://doi.org/10.1>

Diovisalvi, N. V. (2021). *DIFERENTE PRODUCTIVIDAD DE SOJA SURVEY OF CALCIUM , MAGNESIUM , POTASSIUM AND MICRONUTRIENTS IN ZONES WITH DIFFERENT SOYBEAN PRODUCTIVITY tanto de como a internacional se pampeana ( RP ) ( García et al ., 2018 ; Sainz respecto a permitirían maximizar el r. 39(1), 63–79.*

Ekinci, M. (2009). Effects of different mulch materials on plant growth, some quality parameters and yield in melon (*Cucumis melo* L.) cultivars in high altitude environmental condition. *Pakistan Journal of Botany*, 41(4), 1891–1901.

Fern, R. (2002). *Contenido De Macro- , Micronutrientes Y Metales*. 141–147.

FHIA. (2011). *Guía sobre prácticas de conservación de suelos*.

- Fiallos-Ortega, L. R., Flores-Mancheno, L. G., Duchi-Duchi, N., Flores-Mancheno, C. I., Baño-Ayala, D., & Estrada-Orozco, L. (2015). Restauración ecológica del suelo aplicando biochar (carbón vegetal), y su efecto en la producción de Medicago sativa. *Ciencia Y Agricultura*, 12(2), 13. <https://doi.org/10.19053/01228420.4349>
- FIDAR. (2001). *ESTABLECIMIENTO DE BANCOS DE SEMILLA DE VARIEDADES MEJORADAS Y NATIVAS DE YUCA PARA LAS ASOCIACIONES DE PRODUCTORES DEL SUR OCCIDENTE DE COLOMBIA Reporte*. Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents.
- Fischer, G. (1997). Efecto de la temperatura del suelo sobre la planta. *Revista Comalfi*, 24(3), 78–92. <https://www.researchgate.net/publication/257069715>
- Flores, E. (2024). “Evaluación del comportamiento agronómico de nuevos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en la Parroquia de Izamba” REVISADO POR.
- Freire, C. (2013). *Recuperación de cárcavas con agave (penco azul) para la protección biológica ambiental del estadio Ceypsa, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2719>
- FRUTOS, J. (2015). EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DEL MULCH NATURAL, MAÍZ (*Zea mays* L.), CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), VICIA (*Vicia sativa* L.), Y AVENA (*Avena sativa* L.) SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) EN EL CAMPUS QUEROCHACA, FACULTAD DE CIENC. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1–81.
- Frutos, V., Pérez, M., & Risco, D. (2016). Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) en Ecuador. *Idesia*, 34(6), 61–66.

<https://doi.org/10.4067/S0718-34292016005000038>

Galvis, J. A., González, G. H., & Florez, A. (2018). *Manual de procesamiento y conservación de lechuga (Lactuca sativa L.) variedades verdes y morada crespa minimamente procesadas.*

Ganaderia, M. de A. y. (2019). *Modelo de Costos de Producción Región Norte de Cartago .*

García-Gallegos, E., Hernández-Acosta, E., Acevedo-Sandoval, O. A., Prieto-García, F., & Luna-Zendejas, H. (2015). Cu , Fe , Mn y Zn en suelos agrícolas localizados al noroeste de Tlaxcala , México. *Revista Iberoamericana de Ciencias, October*, 207–209.

García, C., & Herran, J. (2014). Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales. In *Fundación produce Sinaloa, A.C.* (Vol. 1, Issue 1). <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

García, M. (2012). Enfermedades aéreas en el cultivo de lechuga (I). *Vida Rural*, 56–62. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_vrural/Vrural\\_2000\\_114\\_56\\_62.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2000_114_56_62.pdf)

García, M. (2015). Principales plagas en el cultivo de la lechuga: trips ( I ). *Rural, Vida*, 54–56.

Gasca, L. (2004). “*Problemas fitosanitarios en el Cultivo de la Lechuga.*”

Gaspar, C. (2005). *CENTRo DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA. 1.*

Gil, R. (2017). *DE ÁRBOL , PASTOS Y FORRAJES Y SU RELACIÓN and their relation to yield and production costs. September 2017.*

Ginés, I. (2002). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. *Fertiberia S.A.*, 1–9. [www.agrogen.com.mx/mainaplicaciones.htm](http://www.agrogen.com.mx/mainaplicaciones.htm)

- Giraldo, A. (2012). *Hongos dérmico saprófitos de*. 16(1), 33–40.
- González, L. (2013). RENDIMIENTO DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA *Lactuca sativa* L. TIPO GOURMET CICLO PRIMAVERA-VERANO. In *Jurnal Teknologi* (Vol. 1, Issue 1). [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSst/Publikationen/GrauePublikationen/MT\\_Globalization\\_Report\\_2018.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSst/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdf)[http://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India\\_globalisation%2C\\_society\\_and\\_inequalities%28lsero%29.pdf](http://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation%2C_society_and_inequalities%28lsero%29.pdf)<https://www.quora.com/What-is-the>
- González, S. (2004). *Técnicas Apropriadas para Aplicar el Mulch*. 3. [https://www.isahispana.com/portals/0/docs/treecare/mulching\\_spanish.pdf](https://www.isahispana.com/portals/0/docs/treecare/mulching_spanish.pdf)
- Huante, P. (2009). Nutrición mineral. *Botanical Sciences*, 49, 7–17. <https://doi.org/10.17129/botsci.1362>
- Japon, J. (2008). La Lechuga. *Hojas Divulgadoras Del Ministerio de Agricultura*, 10, 21. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1977\\_10.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf)
- La Hora. (2018). *500 hectáreas erosionadas han sido recuperadas*. <https://www.lahora.com.ec/noticias/500-hectareas-erosionadas-han-sido-recuperadas/>
- Labrador, J. (2008). *Importancia del manejo de los suelos*. 43–78. <http://www.agroecologia.net>
- Leica, I. (2010). Universidad Técnica de Cotopaxi UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI. In *Repositorio Uta*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
- Lietti, M. (2016). Moscas de las riberas (Diptera: Ephydriidae) asociadas a plantines de lechuga en invernaderos. *Agromensajes*, 45(Agosto), 53–60.
- Maita, J. (2018). *Eficacia de la Técnica Mulching para recuperar el porcentaje de fósforo*

*adicionando residuos orgánicos frescos, degradados y mixtos en el suelo del botadero del distrito de Mito - 2017.*

Maroto. (2009). Horticultura herbacea. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Hort%2FHort\\_1983\\_9\\_c ompleta.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Hort%2FHort_1983_9_c ompleta.pdf)

MARTÍNEZ, A. (2021). Facultad de ciencias agropecuarias carrera de ingeniería agronómica. *Universidad Técnica de Machala*, 1–34.

Martínez, J. P. (2020). Manejo y control agroecológico de babosas y Plaga de las lechugas. *INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Carillanca, L.*

Medina, L. E. (2021). Effect of the application of biochar in the corn yield in Michoacan, Mexico. *Terra Latinoamericana*, 39, 1–7. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.896>

Morúa, J. (2010). Identificación , control de plagas y enfermedades en hortalizas con el uso de extractos naturales , hongos antagonistas y entomopatógenos. *INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia En Tecnología Agropecuaria, CR)*.

Pelchor, C. J. (2017). Estudio comparativo de producción y comercialización de dos sistemas de producción: convencional y agroecológico del cultivo de lechuga en el cantón Cuenca. *Universidad de Cuenca*, 33–34.

Pico, S. (2012). “*INVENTARIO DE LAS ESPECIES VEGETALES EN EL SENDERO ECOLÓGICO DE LAS CASCADAS JUN JUN.*” 66, 37–39. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10856>

- Puentes, T. C. (2021). Impacto del biocarbón en el suelo agrícola. *Avances Investigación En Ingeniería*, 18(2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.7540>
- Ramiro, L. (2017). Pastos y forrajes del Ecuador. In *Universidad Politécnica Salesiana* (Vol. 01).
- Revista, L. (2002). Hacia la recuperación de la vida en el suelo. *LEISA. Revista de Agroecología*, 4–5.
- Ribó, M. (2013). Balance De Macronutrientes Y Materia Orgánica En El Suelo De Agrosistemas Hortícolas Con Manejo Integrado Ecológico. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Roca, N. (2007). Disponibilidd de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del no Argentino. *Ciencia Del Suelo*, 25(1), 31–42.
- Rodríguez, G. R. (2007). *Efecto de la cobertura del suelo con cascarilla de arroz en el crecimiento y rendimiento del tomate de ramillete*. 34(3), 225–230.
- Saavedra, G. (2017). Manual de producción de Lechuga. *Manual de Producción de Lechuga Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias Boletín*, 153. [file:///E:/DOC PARA TESIS/INIA\\_Libro\\_0051.pdf](file:///E:/DOC PARA TESIS/INIA_Libro_0051.pdf)
- SALAS, A. (2008). *La Universidad Católica de Loja “ EFECTO DE DIFERENTES ESPECIES VEGETALES EN ACOLCHADO ( MULCHING ) SOBRE SUELOS ARCILLOSOS AUTOR Lorgio Alexi Salas Calva Ing . Hernán Patricio Lucero Mosquera*.
- Salinas, C. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio de Snta Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. In *Universidad Técnica de Ambato*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63> Ingeniería Agronómica

-CD 204.pdf

Segarra, P. (2017). Degradación De La Tierra Mediante La Metodología Lada-Wocat. *Ministerio Del Ambiente de Ecuador; FAO*, 46–49.

[https://www.wocat.net/documents/1007/DOCUMENTO\\_DE\\_EVALUACIÓN\\_NACIONAL\\_DE\\_DEGRADACIÓN\\_DE\\_LA\\_TIERRA\\_DEL\\_ECUADOR\\_DS-SLM.pdf](https://www.wocat.net/documents/1007/DOCUMENTO_DE_EVALUACIÓN_NACIONAL_DE_DEGRADACIÓN_DE_LA_TIERRA_DEL_ECUADOR_DS-SLM.pdf)

Sepúlveda, P. (2005). Enfermedades en hortalizas de hojas, raíz y brásicas. *Fitosanidad En Hortalizas Para La Zona Sur.*, 39–46.

<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR34577.pdf>

Sivila, N. (2013). Producción artesanal de Trichoderma. In *Universidad Jujuy Argentina*.

<http://www.library.umaine.edu/auth/EZProxy/test/authej.asp?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lfh&AN=9008131796&site=ehost-live>

Suárez, J. (2019). *Efectos del color del acolchado sobre el desarrollo y producción en tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*.

Tapia, L. (2018). “Gestión Integrada Para La Lucha Contra La Desertificación, Degradación De La Tierra Y Adaptación Al Cambio Climático.” *Ministerio Del Ambiente*, 169.

USDA-ARS. (2007). Sustainable production of fresh-market tomatoes and other vegetables with cover crop mulches. *Farmers’ Bulletin ; FB-2280, Farmers’ Bull.; FB-2280*, 31.

Van, A. (2006). Agricultura orgánica El suelo: sus componentes físicos. In *Estacion Experimental Agropecuaria* (Vol. 1, pp. 2–19). [https://www.ciaorganico.net/documypublic/498\\_script-tmp-inta\\_material\\_didactico\\_nro\\_01\\_\(1\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_(1).pdf)

Velásquez, R. (2017). *El moho blanco de la lechuga causado por Sclerotinia en Zacatecas* (Issue

86).

Zribi, W. (2013). Efectos del acolchado sobre distintos parámetros del suelo y de la nectarina en riego por goteo. *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària Departament de Medi Ambient i Ciències Del Sòl*, 335.

Zumpango, U. (2008). *El cultivo de lechuga*. <https://civilica.com/doc/97230/>