



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN EL TERCER CICLO VEGETATIVO CON EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CUATRO DIFERENTES TIPOS DE MULCH ORGÁNICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA TERRAZA 13, SALACHE 2023”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agrónoma

**Autora:**  
Leica Córdova Ibeth Adriana

**Tutora:**  
López Castillo Guadalupe de las Mercedes

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Ibeth Adriana Leica Córdova, con cédula de ciudadanía No. 2150096994, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Evaluación de las características químicas y biológicas en el tercer ciclo vegetativo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro diferentes tipos de mulch orgánicos para la conservación de suelos en la terraza 13, Salache 2023”, 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, 09 de agosto del 2023



Ibeth Adriana Leica Córdova

Estudiante

C.C. 2150096994



Ing. Guadalupe López Castillo, Mg.

Docente Tutora

C.C. 1801902907

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LEICA CÓRDOVA IBETH ADRIANA**, identificada con cédula de ciudadanía **2150096994** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de las características químicas y biológicas en el tercer ciclo vegetativo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro diferentes tipos de mulch orgánicos para la conservación de suelos en la terraza 13, Salache 2023”, 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: Marzo 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutora: Ingeniera Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Tema: “Evaluación de las características químicas y biológicas en el tercer ciclo vegetativo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro diferentes tipos de mulch orgánicos para la conservación de suelos en la terraza 13, Salache 2023”

**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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 09 días del mes de agosto del 2023.

  
Ibeth Adriana Leica Córdova  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

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

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

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN EL TERCER CICLO VEGETATIVO CON EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CUATRO DIFERENTES TIPOS DE MULCH ORGÁNICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA TERRAZA 13, SALACHE 2023”**, de Leica Córdova Ibeth Adriana, 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, 09 de agosto del 2023

  
Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.

**DOCENTE TUTORA**


CC: 1801902907

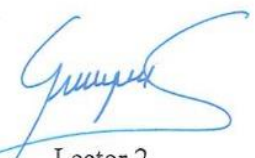
## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Leica Córdova Ibeth Adriana, con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN EL TERCER CICLO VEGETATIVO CON EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CUATRO DIFERENTES TIPOS DE MULCH ORGÁNICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA TERRAZA 13, SALACHE 2023”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 09 de agosto del 2023

  
Lector 1 (Presidente)  
Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, PhD.  
CC: 0604147900

  
Lector 2  
Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.  
CC: 1802267037

  
Lector 3  
Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.  
CC: 0501883920

## **AGRADECIMIENTO**

Este proyecto de investigación de ingeniería y el resultado de mi formación, se la debo a Dios por no dejarme sola ni un solo momento en este gran recorrido que se llama vida, luego a mis padres y hermanos Jefferson y Christopher que han sido el pilar fundamental en mi formación personal y profesional, a mi Tía Ximena y a mi Tía Gladis por sus consejos y fuerza para no decaer, así como los grandes amigos que llegué a conformar como: Liliana, Carolina y Santiago T.; mil gracias por su gran apoyo, ellos también forman parte de esta investigación y como no agradecer a la Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg., por haber confiado en mí, para este proyecto de investigación y por su dedicación que ha hecho que esta investigación sea exitosa.

Ibeth Adriana Leica Córdova

## **DEDICATORIA**

A mi abuelita Carmen que ha sido parte de este nuevo paso de mi vida, a mis padres y hermanos que han sido mi soporte, compañía y alegría en los momentos más difíciles de mi vida.

Ibeth



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

**TÍTULO:** “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN EL TERCER CICLO VEGETATIVO CON EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CUATRO DIFERENTES TIPOS DE MULCH ORGÁNICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA TERRAZA 13, SALACHE 2023”.

AUTORA: Leica Córdova Ibeth Adriana

**RESUMEN**

La investigación se realizó con la finalidad de recuperar y conservar suelos, se evaluó las características químicas y biológicas en el tercer ciclo vegetativo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro diferentes tipos de mulch orgánicos para la conservación de suelos en la terraza 13. Fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 5 repeticiones con un total de 25 unidades experimentales. Los indicadores con significancia estadística fueron en porcentaje de prendimiento T3 (cascarilla de arroz) con 99 por ciento, a los 90 días en altura de planta T4 (heno) y T3 (cascarilla de arroz) con 57,10 y 55,70 cm; en diámetro del tallo T3 (cascarilla de arroz) con 5,14 mm; en días a la floración 42; al envainamiento 47; a la cosecha en verde 66; peso en vaina 6,19 kg; número de vaina 558; longitud de vaina 10,72 cm; número grano 6; peso de grano 675,44 g; en diversidad 0,84 y dominancia de arvenses 0,5; en las características químicas del suelo en pH (9,13 a 9,03); materia orgánica (1,40% a 1,63%); en P (22 ppm a 32,35 ppm); el T1 (carbón) en N (7,9 ppm a 11,37 ppm); el T4 (heno) en K (3,38 meq/100g a 3,87 meq/100g); Ca (21,88 meq/100g a 32,05 meq/100g) y Mg (3,18 meq/100g a 3,88 meq/100g); el T2 (sigse) y T4 (heno); en C.E., (0,75 ns). Las características biológicas hubo una disminución de microorganismos patógenos de 6 a 3 y un aumento de microorganismos benéficos de 3 a 4. Finalmente, el mejor costo beneficio fue el T3 (cascarilla de arroz) con 2,19 dólares; este tratamiento se estableció como una alternativa para los agricultores en conservación de suelos, ya que se adapta muy bien con el cultivo de arveja.

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

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**  
**AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES FACULTY**

**THEME:** “CHEMICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS ASSESSMENT IN THE THIRD VEGETATIVE CYCLE WITH THE PEA CROP (*Pisum sativum* L.), IN FOUR DIFFERENT TYPES FROM ORGANIC MULCH FOR SOIL CONSERVATION ON THE TERRACE 13, SALACHE 2023”

**AUTHOR:** Leica Córdova Ibeth Adriana

**ABSTRACT**

The research was made with the purpose by recovering and conserving soils, it was assessing the chemical and biological characteristics in the third vegetative cycle with the pea crop (*Pisum sativum* L.) in four different types of organic mulch for soil conservation in the terrace 13. It was a Completely Random Block Design (DBCA) with 5 treatments and 5 replications with 25 total experimental units. The indicators with statistical significance were the arrest percentage T3 (rice husk) with 99 percent, at 90 days in plant height T4 (hay) and T3 (rice husk) with 57.10 and 55.70 cm; into stem diameter T3 (rice husk) with 5.14 mm; in days to flowering 42; to sheathing 47; to the harvest in green with 66; weight in pod 6.19 kg; pod number 558; sheath length 10.72 cm; grain number 6; grain weight 6.19 kg; pod number 558; pod length 10.72 cm; grain number 6; grain weight 675.44 g; in diversity 0.84 and weeds dominance 0.5; in the soil chemical characteristics in pH (9.13 to 9.03); organic substance (1.40% to 1.63%); in P (22 ppm to 32.35 ppm); the T1 (coal) in N (7.9 ppm to 11.37 ppm); T4 (hay) in K (3.38 meq/100g to 3.87 meq/100g); Ca (21.88 meq/100g to 32.05 meq/100g) and Mg (3.18 meq/100g to 3.88 meq/100g); the T2 (sigse) and T4 (hay); in C.E., (0.75 ns). The biological characteristics showed a decrease in pathogenic microorganisms from 6 to 3 and a beneficial microorganisms increase from 3 to 4. Finally, the best cost benefit was T3 (rice husk) with 2,19 dollars; this treatment was established as an alternative for farmers in the soil conservation, since it adapts very well with the pea crop.

**Keywords:** Organics mulch, crop pea, soils conservation.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
4.1. Beneficiarios directos. ....	4
4.2. Beneficiarios indirectos. ....	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. General.....	5
6.2. Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1 Cultivo de arveja.....	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
8.4.5 Inflorescencia y flor. ....	8
8.4.6 Zarcillo. ....	8
8.4.7 Fruto. ....	9
8.5 Variedad arveja Numérica. ....	9
8.6 Exigencias del cultivo. ....	9
8.6.1 Temperatura óptima. ....	9
8.6.2 Precipitación. ....	10
8.6.3 Luminosidad. ....	10
8.6.4 Altitud. ....	10
8.6.5 Suelos. ....	10
8.7 Plagas del cultivo de arveja. ....	10
8.7.1 Minador de la arveja ( <i>Liriomyza sp.</i> ). ....	10
8.7.2 Barrenador del Tallo ( <i>Melanogromyza sp.</i> ). ....	10
8.8 Enfermedades del cultivo de arveja. ....	11
8.8.1 Oidio ( <i>Erysiphe polygoni</i> ) y mildiu ( <i>Peronospora spp.</i> ). ....	11
8.8.2 Antracnosis ( <i>Colletotrichum pisi</i> ). ....	11
8.8.3 Pudrición radicular ( <i>Fusarium, Phythium sp, Rhizoctonia solani</i> ). ....	11
8.9 Suelo. ....	11
8.9.1 Características químicas del suelo. ....	12
8.9.2 Características biológicas del suelo. ....	12
8.9.3 Suelos erosionados. ....	12
8.9.4 Principales consecuencias que producen los suelos erosionados. ....	12
8.9.5 Técnicas para la recuperación y conservación de suelos erosionados. ....	13
8.10 Mulch orgánico. ....	14

8.10.1	Impacto del mulch orgánico en las características del suelo.....	14
8.11	Pautas para la aplicación de mulch.....	14
8.11.1	Grosor de capa.....	14
8.11.2	Color de mulch.....	15
8.11.3	Tipo de riego.....	15
8.12	Efecto del mulch orgánico sobre el suelo.....	15
8.12.1	Control de vegetación espontánea.....	15
8.13	Efecto del mulch orgánico sobre la planta.....	15
8.13.1	Precocidad de las plantas.....	15
8.13.2	Calidad del fruto.....	16
8.14	Mulch orgánicos para la investigación.....	16
8.14.1	De carbón.....	16
8.14.2	De sigse ( <i>Cortaderia nítida</i> ).....	17
8.14.3	De cascarilla de arroz.....	17
8.14.4	De heno.....	17
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
9.1	Metodología.....	18
9.1.1	Tipo de investigación.....	18
9.1.1.1	Cuantitativo.....	18
9.1.1.2	Experimental.....	18
9.1.2	Tipo de método.....	18
9.1.2.1	Deductivo.....	18
9.1.3	Modalidad de la investigación.....	19
9.1.3.1	De Campo.....	19
9.1.3.2	Bibliográfica documental.....	19
9.1.3.3	Observación directa.....	19
9.1.3.4	Análisis estadístico.....	19

9.1.3.5 Libro de campo.....	19
9.2 Materiales, equipos e insumos.....	20
9.2.1 Materiales.....	20
9.2.2 Equipos.....	20
9.2.3 Insumos.....	20
9.2.4 Otros recursos.....	20
9.3 Caracterización del área de investigación.....	21
9.4 Mapa sobre el área de investigación.....	21
10. HIPÓTESIS .....	21
10.1 Hipótesis alternativa.....	21
10.2 Hipótesis nula.....	22
10.3 Operacionalización de variables.....	22
10.4 Variables en estudio.....	23
10.4.1 Porcentaje de prendimiento.....	23
10.4.2 Altura de la planta.....	23
10.4.3 Diámetro del tallo.....	23
10.4.4 Días a la floración.....	23
10.4.5 Días al envainamiento.....	24
10.4.6 Días a la cosecha en verde.....	24
10.4.7 Peso de vaina verde.....	24
10.4.8 Número de vainas.....	24
10.4.9 Longitud de vaina.....	24
10.4.10 Número de grano por vaina.....	24
10.4.11 Diámetro del grano.....	24
10.4.12 Peso de grano en verde.....	24
10.4.13 Diversidad en arvenses.....	25
10.4.14 Dominancia de arvenses.....	25

10.4.15 Características químicas del suelo.....	25
10.4.16 Características biológicas del suelo.....	25
10.4.17 Rendimiento de la cosecha.....	25
10.5 Factores en estudio.....	26
10.5.1 Mulch orgánicos.....	26
10.5.2 Tratamientos del ensayo experimental.....	26
10.5.3 Diseño experimental.....	26
10.5.4 Características del ensayo.....	27
10.6 Análisis estadístico.....	27
10.6.1 Diseño del esquema del ADEVA.....	27
10.7 Procedimiento de la investigación.....	28
10.7.1 Ubicación del proyecto.....	28
10.7.2 Caracterización del área de estudio.....	28
10.7.3 Identificación y rotulación del diseño experimental.....	28
10.7.4 Levantamiento de parcelas.....	28
10.7.5 Aplicación de abono de fondo (Nutriabono).....	28
10.7.6 Trazado de parcelas.....	28
10.7.7 Hoyado.....	28
10.7.8 Trasplante.....	29
10.7.9 Aplicación de los mulch orgánicos.....	29
10.7.10 Riego.....	29
10.7.11 Limpieza.....	29
10.7.12 Cosecha.....	29
10.7.13 Tabulación de los datos.....	29
10.7.14 Análisis de suelo final.....	30
10.7.15 Análisis costo/beneficio.....	30
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30

11.1 Variables en estudio.....	30
11.1.1 Porcentaje de prendimiento. ....	30
10.1.2 Altura de planta. ....	32
10.1.3 Diámetro del tallo. ....	36
10.1.4 Días a la floración.....	39
10.1.5 Días al envainamiento. ....	40
10.1.6 Días a la cosecha en verde.....	42
10.1.7 Peso de vaina verde. ....	44
10.1.8 Número de vainas. ....	46
10.1.9 Longitud de vaina y N° de grano por vaina.....	48
10.1.10 Diámetro del grano. ....	50
10.1.11 Peso del grano.....	52
10.1.12 Diversidad de arvenses. ....	53
10.1.13 Dominancia de arvenses. ....	55
10.1.14 Características químicas del suelo.....	59
10.1.14.1 pH del suelo. ....	59
10.1.14.2 Macronutrientes del suelo.....	60
10.1.14.3 Mesonutrientes del suelo. ....	62
10.1.14.4 Micronutrientes del suelo. ....	63
10.1.14.5 Materia orgánica. ....	66
10.1.14.6 Conductividad eléctrica. ....	67
10.1.15 Características biológicas del suelo.....	68
10.1.16 Costo-beneficio.....	71
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	73
11.1 Técnicos.....	73
11.2 Sociales.....	73
11.3 Ambientales.....	73



11.4 Económicos.....	73
12. CONCLUSIONES.....	74
13. RECOMENDACIONES.....	75
14. BIBLIOGRAFÍA.....	76
15. ANEXOS.....	1

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Actividades en relación con los objetivos planteados .....	6
<b>Tabla 2:</b> Descripción taxonómica .....	7
<b>Tabla 3:</b> Variedad Numérica Arveja.....	9
<b>Tabla 4:</b> Composición elemental de Carbón .....	16
<b>Tabla 5:</b> Composición elemental de la cascarilla de arroz .....	17
<b>Tabla 6:</b> Composición elemental del heno. ....	18
<b>Tabla 7:</b> Caracterización del área de investigación .....	21
<b>Tabla 8:</b> Operacionalización de variables .....	22
<b>Tabla 9:</b> Tratamientos del ensayo experimental.....	26
<b>Tabla 10:</b> Características del ensayo .....	27
<b>Tabla 11:</b> Esquema del ADEVA .....	27
<b>Tabla 12:</b> ADEVA para la variable porcentaje de prendimiento .....	30
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de prendimiento .....	31
<b>Tabla 14:</b> ADEVA para la variable altura de planta.....	32
<b>Tabla 15:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta en los 15 y 45 días .....	33
<b>Tabla 16:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta en los 60 y 90 días .....	33
<b>Tabla 17:</b> ADEVA para la variable diámetro del tallo .....	36
<b>Tabla 18:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del tallo en los 15 y 30 días .....	36
<b>Tabla 19:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del tallo en los 45 y 90 días.....	37
<b>Tabla 20:</b> ADEVA para la variable Días a la floración.....	39
<b>Tabla 21:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Días a la floración .....	39
<b>Tabla 22:</b> ADEVA para la variable Días al envainamiento .....	41
<b>Tabla 23:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Días al envainamiento .....	41
<b>Tabla 24:</b> ADEVA para la variable Días a la cosecha en verde.....	43
<b>Tabla 25:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Días a la cosecha en verde.....	43
<b>Tabla 26:</b> ADEVA para la variable Peso de vaina verde .....	45
<b>Tabla 27:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Peso de vaina verde .....	45
<b>Tabla 28:</b> ADEVA para la variable Número de vainas .....	47
<b>Tabla 29:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Número de vainas.....	47
<b>Tabla 30:</b> ADEVA para la variable Longitud de vaina y N° de grano por vaina.....	49
<b>Tabla 31:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Longitud de vaina y N° de grano .....	49
<b>Tabla 32:</b> ADEVA para la variable Diámetro del grano .....	50

<b>Tabla 33:</b> Medias para la variable Diámetro del grano .....	51
<b>Tabla 34:</b> ADEVA para la variable Peso del grano.....	52
<b>Tabla 35:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Peso del grano .....	52
<b>Tabla 36:</b> ADEVA para la variable Diversidad de arvenses .....	53
<b>Tabla 37:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Diversidad de arvenses.....	54
<b>Tabla 38:</b> ADEVA para la variable Dominancia de arvenses .....	56
<b>Tabla 39:</b> Prueba de Tukey al 5% para la variable Dominancia de arvenses a los 30 días .....	56
<b>Tabla 40:</b> Medias para la variable Dominancia de arvenses a los 60 y 90 días .....	57
<b>Tabla 41:</b> Resultado inicial y final de macronutrientes del suelo.....	60
<b>Tabla 42:</b> Resultado inicial y final de mesonutrientes del suelo .....	62
<b>Tabla 43:</b> Resultado inicial y final de micronutrientes del suelo .....	63
<b>Tabla 44:</b> Resultado inicial y final de micronutrientes del suelo .....	65
<b>Tabla 45:</b> Microorganismos identificados del suelo.....	68
<b>Tabla 46:</b> Análisis inicial y final de hongos en el suelo .....	70
<b>Tabla 47:</b> Costo beneficio del proyecto de investigación implementada .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Medias en la variable porcentaje de prendimiento .....	31
<b>Figura 2:</b> Medias en la variable altura de planta en los 15 y 45 días .....	34
<b>Figura 3:</b> Medias en la variable altura de planta en los 60 y 90 días .....	35
<b>Figura 4:</b> Medias en la variable diámetro del tallo en los 15 y 30 días .....	37
<b>Figura 5:</b> Medias en la variable diámetro del tallo en los 45 y 90 días .....	38
<b>Figura 6:</b> Medias en la variable Días a la floración.....	40
<b>Figura 7:</b> Medias en la variable Días al envainamiento .....	42
<b>Figura 8:</b> Medias en la variable Días a la cosecha en verde.....	44
<b>Figura 9:</b> Medias en la variable Peso de vaina verde kg .....	46
<b>Figura 10:</b> Medias en la variable Número de vaina .....	48
<b>Figura 11:</b> Medias en la variable Longitud de vaina y N° de grano por vaina.....	50
<b>Figura 12:</b> Medias en la variable Diámetro del grano .....	51
<b>Figura 13:</b> Medias en la variable Peso del grano .....	53
<b>Figura 14:</b> Medias en la variable Diversidad de arvenses .....	55
<b>Figura 15:</b> Medias en la variable Dominancia de arvenses a los 30 días .....	57
<b>Figura 16:</b> Medias en la variable Dominancia de arvenses a los 60 y 90 días .....	58
<b>Figura 17:</b> Análisis de pH del suelo inicial y final .....	59
<b>Figura 18:</b> Análisis de los macronutrientes del suelo inicial y final. ....	60
<b>Figura 19:</b> Análisis de los mesonutrientes del suelo inicial y final.....	62
<b>Figura 20:</b> Análisis de los micronutrientes del suelo inicial y final. ....	64
<b>Figura 21:</b> Análisis de los micronutrientes del suelo inicial y final. ....	65
<b>Figura 22:</b> Análisis de la materia orgánica del suelo inicial y final. ....	66
<b>Figura 23:</b> Análisis de la Conductividad eléctrica del suelo .....	67
<b>Figura 24:</b> Análisis biológico del suelo.....	69
<b>Figura 25:</b> Análisis inicial y final de hongos patógenos y benéficos. ....	70
<b>Figura 26:</b> Costo beneficio de la investigación .....	72

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1:</b> Ubicación del proyecto establecido.....	21
--	----

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

Evaluación de las características químicas y biológicas en el tercer ciclo vegetativo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro diferentes tipos de mulch orgánicos para la conservación de suelos en la terraza 13, Salache 2023.

**Fecha de inicio:**

Marzo 2023

**Fecha de finalización:**

Agosto 2023

**Lugar de ejecución:**

Barrio Salache - Parroquia Eloy Alfaro - Cantón Latacunga - Provincia Cotopaxi

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Agronomía

**Equipo de Trabajo:**

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

**Lector 1:** Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, PhD.

**Lector 2:** Ing. Giovanna Paulina Parra Gallardo, Mg.

**Lector 3:** Ing. Francisco Hernán Chancusig Mg.

**Coordinador del Proyecto:**

Nombre/s: Ibeth Adriana Leica Córdova

Teléfonos: 0989478123

Correo electrónico: [ibeth.leica6994@utc.edu.ec](mailto:ibeth.leica6994@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:**

Agricultura

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

Desarrollo y Seguridad alimentaria

**Línea de vinculación de la carrera:**

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

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La investigación se realizó con la finalidad de recuperar y conservar suelos, la universidad Técnica de Cotopaxi realiza varios proyectos de recuperación de suelos erosionados y con este proyecto de investigación se propone una alternativa sostenible ya que ayudará a todo agricultor en cuanto a la utilización de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) teniendo 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 de arveja, así como determinar las características químicas y biológicas del suelo y por último, evaluando el costo beneficio de los mejores tratamientos.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En nuestro país el establecimiento de malas prácticas agrícolas que lo provoca el ser humano, los factores climáticos, precipitación y viento, que son los factores que causa la erosión, en la cual el 50% del país está afectado por los factores antes mencionados y en la provincia de Cotopaxi se distinguen dos zonas visiblemente más afectada, la primera se encuentra en el valle interandino con el 7,4% de desertización y la segunda en los alrededores de la laguna del Quilotoa con el 7,9%, lo que ambas zonas representan casi el 15% de la provincia.

La erosión ocasionada en los suelos de UTC Salache se reconoce por problemas de desertificación, topografía irregular, pendiente pronunciada y exposición del suelo al manejo insostenible (antrópicas) esto ha ido causando la pérdida de capa fértil y disminuyendo la capacidad del suelo por lo que afecta a los productores de la localidad.

Por estas causas, esta investigación se basó en: evaluar la efectividad de los cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja, analizar las características químicas y biológicas del suelo y evaluar el costo beneficio de los mejores tratamientos, así poder dándole la fertilidad adecuada al suelo, por lo que este proyecto se enfocó con ideas a profesionales y agricultores a implementar estrategias para mejorar la fertilidad del suelo y recuperar el mismo; con un manejo adecuado de rotación de cultivos y mulch orgánicos que están al alcance de todo agricultor.



## **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

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

La Universidad Técnica de Cotopaxi a través del proyecto de conservación de suelos beneficiará con esta nueva información tecnicada a los estudiantes de la carrera de Agronomía (362) en la enseñanza formativa y/o aprendizaje de sus alumnos.

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

Esta investigación aportará con los conocimientos en futuros proyectos, así como a agricultores de la zona de Salache y la provincia de Cotopaxi en general.

## **5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

En Ecuador, como en cualquier otra parte del mundo, los factores de erosión pueden definirse como creadores o condicionantes que crean conflictos con la conservación de bosques y recursos naturales que se agotan, debido a la introducción de prácticas de manejo agrícola no sostenible, como el uso excesivo de productos agroquímicos, el empleo de maquinaria agrícola, monocultivos y el uso intensivo del suelo para fines comerciales. A esto se suman los factores climáticos, precipitaciones y viento, que provocan la erosión; mientras que las pendientes de los relieves, las formaciones superficiales, ya que estos factores provocan la erosión del suelo (Rodríguez et al., 2021).

La degradación es reconocida como uno de los problemas ambientales que afectan los sistemas agrícolas, el 50% del territorio del país se encuentra afectado por los factores antes mencionados, el 15% de la tierra degradada se encuentra en el callejón interandino, el 35% se encuentra dentro de la frontera agrícola, se expandió especialmente más allá de la cordillera de los Andes, así como en las regiones costanera y amazónica (Rodríguez et al., 2021).

Según PDYOT (2018) menciona que en Cotopaxi existen varios tipos de erosión tales como: erosión hídrica, erosión de labranza, erosión eólica y movimientos en masa. La degradación del suelo implica el deterioro de las características físicas, químicas y biológicas y está asociada con el uso del suelo. Sin embargo, la erosión y la degradación de los suelos son fenómenos que van en aumento en toda la provincia, dos zonas se ven significativamente afectadas: en primer lugar, se trata de los valles interandinos, en los que existe un proceso erosivo más fuerte, que incluso muestra signos del inicio de una desertificación, proceso que equivale a 45 245 ha, lo que representa el 7,4% de la superficie total de la provincia, y la segunda son los alrededores

de la laguna de Quilotoa, que suma 48 587 ha erosionadas, lo que representa el 7,9%; ambas unidades abarcaría casi el 15% del territorio de la provincia.

El análisis económico de la erosión se ha centrado habitualmente en dos aspectos principales del problema: por un lado, la menor fertilidad del suelo y las pérdidas asociadas en la productividad agrícola, además de la contaminación del agua por sedimentación; y, por otro lado, en incentivos individuales para la adopción de Prácticas de Conservación del Suelo (PCS). Por lo tanto, la erosión del suelo es un problema económico para la explotación agrícola en la medida en que la disminución de la fertilidad del suelo disminuye la producción y su calidad, con el consiguiente efecto negativo que esto tiene sobre los ingresos finales de la explotación (Martínez y Agustín, 2009).

En el sector Salache en la parte alta de CEYPSA presenta suelos con severos índices de erosión, por problemas de desertificación, suelos de fuerte pendiente y manejo insostenible del suelo, lo que lleva a la pérdida progresiva de tierras cultivables, lo que se ha convertido en una limitante para los productores de este sector debido a que afecta la productividad y la composición física, química y biológica del suelo (Corrales, 2013).

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. General.**

Evaluar las características químicas y biológicas en el tercer ciclo vegetativo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro diferentes tipos de mulch orgánicos para la conservación de suelos en la terraza 13, Salache 2023.

### **6.2. Específicos.**

- Evaluar la efectividad de los cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja.
- Analizar las características químicas y biológicas del suelo.
- Evaluar el costo beneficio de los mejores tratamientos.

## 7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En la siguiente tabla se muestra las actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos planteados en la investigación:

*Tabla 1: Actividades en relación con los objetivos planteados*

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Evaluar la efectividad de los cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja.	<b>1.1</b> Identificación y caracterización del área de estudio.	Disposición del medio de estudio.	Croquis del diseño de investigación.
	<b>1.2</b> Preparación del área de estudio.	Aplicación de abono de fondo. Trasplante. Colocación y distribución de mulch orgánicos.	Cronograma. fotografías.
	<b>1.3</b> Toma e interpretación de datos durante el ciclo fenológico del cultivo de arveja.	Descripción del comportamiento agronómico del cultivo de arveja en relación con cada tipo de mulch.	Libro de campo. Fotografías. 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>
Analizar las características químicas y biológicas del suelo.	<b>2.1</b> Análisis de suelo final del área de estudio.	Comparación y discusión entre análisis inicial y final de la investigación.	Resultado final del análisis químico y biológico del suelo.
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Evaluar el costo beneficio de los mejores tratamientos	<b>3.1</b> Toma e interpretación de datos de la planta.	Se tomó los datos cada 15 días hasta el día de cosecha de la arveja.	Altura de planta. Diámetro del tallo. Fotografías.
	<b>3.2</b> Rendimiento del cultivo de arveja.	Producción de la arveja con respecto al peso en vaina verde.	La producción de arveja se evaluó en kg/ha.
	<b>3.3</b> Características físicas de la vaina en verde.	Producción de la arveja con respecto a las características físicas.	Longitud de vaina. Peso de vaina.

Elaborado por: (Leica, 2023)

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1 Cultivo de arveja.

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) actualmente es muy cotizado y demandado en el mercado nacional e internacional debido a la gran cantidad de familias que dependen de él, particularmente en la sierra centro y norte del Ecuador, además es crucial para la seguridad alimentaria de la comunidad, ya que aporta un contenido nutricional esencial a la dieta diaria y genera ingresos a partir de su comercialización (Subía et al., 2007).

Es una planta herbácea de la familia de las leguminosas es originaria del viejo continente y en el Ecuador se conoce desde hace muchos años el cual sus granos son tiernos y secos ya que estos se utilizan para muchos propósitos, por ejemplo: congelados, grano seco o partido; harina de arveja, abono verde, etc., (Vaca, 2011).

### 8.2 Importancia del cultivo en la agricultura.

Mejora la estructura del suelo y proporciona grandes cantidades de nitrógeno atmosférico al suelo en simbiosis con la bacteria (*Rhizobium leguminosarum*), además es una fundamental cabecera de rotación de cultivos (Cosme, 2015).

También se la utiliza como forraje para consumo directo y después de la trilla para ensilaje (a veces con avena) en pacas. El resto de la paja se puede utilizar para hacer alimento para animales y para otros fines agrícolas e industriales (Subía et al., 2007).

### 8.3 Descripción taxonómica.

A continuación, en la tabla 2 se describe la taxonomía del cultivo de arveja:

**Tabla 2:** Descripción taxonómica

<b>Nombre científico:</b>	<i>Pisum sativum</i> L.
<b>Nombre común:</b>	Arveja
<b>Género:</b>	<i>Pisum</i>
<b>Especie:</b>	<i>sativum</i>
<b>Familia:</b>	Fabaceae
<b>Subfamilia:</b>	Faboideae
<b>Tribu:</b>	Fabeae

**Fuente:** (Vergara, 2014)

## **8.4 Descripción botánica.**

### **8.4.1 Sistema radicular.**

Está formada por una raíz pivotante y abundantes raíces laterales secundarias y terciarias en las que el sistema radicular penetra generalmente hasta una profundidad de 50 cm, sin embargo, dependiendo de la variedad y tipo de suelo puede alcanzar una profundidad de más de un metro, también sobre las raíces aparecen nódulos bacterianos (*Rhizobium sp*), de hasta 5 mm, que sirven como fijación simbiótica de nitrógeno para las plantas (Checa Coral et al., 2022).

### **8.4.2 Semillas.**

La forma del grano varía de redonda a irregular, y la superficie del grano puede ser lisa o más o menos rugosa (Nadal Moyano, 2008).

### **8.4.3 Tallos.**

Dependiendo de la madurez temprana de la variedad, el tallo principal puede desarrollar de seis a más de veinte nudos. Los cultivares precoces presentan de seis a ocho nudos, los semiprecoces de ocho a nueve y los tardíos, normalmente, más de doce nudos vegetativos. Los primeros nudos de la planta son vegetativos, pudiéndose ramificar en estos nudos, siendo los siguientes reproductivos (Nadal Moyano, 2008).

### **8.4.4 Hojas.**

Las hojas de la arveja son alternas y compuestas, paripinnadas, con 1-3 pares de folíolos que terminan en un zarcillo (Checa Coral et al., 2022).

### **8.4.5 Inflorescencia y flor.**

Checa Coral et al., (2022) argumentan que la inflorescencia de la arveja, corresponde al racimo axilar paucifloro, con el pedúnculo extendiéndose de 1 - 2 cm al comienzo del desarrollo y 6 cm o más en alargamiento total. Además, generalmente, se desarrollan dos flores en cada nudo reproductivo, dado que pueden producir tantas vainas como sea posible, su forma de crecimiento se puede determinar cuando se forman más flores en el meristemo apical.

### **8.4.6 Zarcillo.**

Los zarcillos son las estructuras cilíndricas que nacen del peciolo, a continuación de los folíolos, y se encuentran en número y tamaño variable. Además, constituyen elementos de sostén, al entrelazar plantas vecinas, y otorgan así una mayor resistencia a la tendadura (Vaca, 2011).

### 8.4.7 Fruto.

Infoagro (2008) menciona que las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; diferente forma y color según la variedad; con la excepción del “tirabeque”, las “valvas” de la vaina tienen un pergamino que las hace incomibles.

### 8.5 Variedad arveja Numérica.

A continuación, en la tabla 3 se describe las características de la variedad de arveja implementada en la investigación:

**Tabla 3: Variedad Numérica Arveja**

<b>VARIEDAD NUMÉRICA ARVEJA</b>	
Variedad OP (no híbrida) VILMORIN Variedad adaptada a cosechas manuales para mercado en fresco.	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<b>Tipo</b>	Arveja frondosa mono pistilar
<b>Grano en seco</b>	Masa de unas 1.000 semillas +/- 300 gr
<b>Planta</b>	Planta vigorosa con follaje oscuro, más alta que Televisión Crecimiento semi determinado
<b>Flor</b>	Floración al 14o/15o entrenudo
<b>Vaina</b>	Verde oscuro, Sutura muy oscura, Longitud: 13 cm de media
<b>Grano en fresco</b>	Verde oscuro
<b>Precocidad</b>	Un poco más precoz que Dorian y Televisión
<b>Cosecha</b>	Producción escalonada; cómodo de cosechar; excelente productividad
<b>Resistencias</b>	<b>Varios</b>
HR : Ep (oídio).	Una arveja productiva, resistente al oídio, de muy bella presentación comercial.

**Fuente:** (Semillas Capelo, 2010)

### 8.6 Exigencias del cultivo.

#### 8.6.1 Temperatura óptima.

Con buena adaptabilidad al período de baja temperatura en la germinación y etapas tempranas de las plantas. Esto promueve el enraizamiento y el macollamiento. Su período crítico de baja temperatura 5 o 7 °C, generalmente ocurre después de la floración. En estas condiciones, pueden producirse daños por heladas de cierta intensidad. El crecimiento vegetativo es óptimo con la temperatura de 16 a 20 °C, la mínima de 6 a 10 °C y la máxima por encima de los 35 °C. Si la temperatura es muy alta, la planta se desarrollará bastante mal. Necesita aireación y luz para desarrollarse bien. En estas condiciones, pueden producirse daños por heladas de cierta

intensidad. En general, las variedades de grano fino tienen mayor resistencia al frío que las rugosas. Además, las plantas con hojas de color verde oscuro son más resistentes que las plantas con hojas de color claro (Prado, 2008).

### **8.6.2 Precipitación.**

La arveja requiere un promedio de 500 a 1000 mm de lluvia durante la temporada de desarrollo (Pinto, 2020).

### **8.6.3 Luminosidad.**

El beneficio de la luz favorece la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, necesitando de 5 a 9 horas/sol/día (Pinto, 2020).

### **8.6.4 Altitud.**

Puede crecer en zonas de la Sierra ecuatoriana que van desde los 2.400 hasta los 3.200 msnm (Pinto, 2020).

### **8.6.5 Suelos.**

La arveja es una especie que requiere un suelo bien drenado, profundo y con una buena textura, rico en nutrientes fácilmente digeribles y con una reacción ligeramente ácida o neutra. Los mejores resultados se obtienen en suelos con un pH entre 6 y 7,5 y bien drenados, que proporcionen una adecuada aireación y, por tanto, suficiente capacidad de captación y almacenamiento de agua para permitir el normal abastecimiento, especialmente en su período crítico (floración y abultamiento de vainas). Un drenaje deficiente que provoca el "inundaciones", incluso durante un breve período de tiempo después de la lluvia o el riego, es una causa decisiva del subdesarrollo y, en muchos casos, de pérdidas por enfermedades (Prado, 2008).

## **8.7 Plagas del cultivo de arveja.**

### **8.7.1 Minador de la arveja (*Liriomyza sp.*).**

Son larvas de unos 2 mm de largo, que se alimentan del parénquima vegetal. Ponen huevos en el envés de las hojas. El seguimiento de esta plaga se realiza con lámparas de color azul o amarillo que tienen pegante (Angulo, 2019).

### **8.7.2 Barrenador del Tallo (*Melanogromyza sp.*).**

Esta plaga actúa perforando el tallo de la planta desde que brotan hasta que florecen, lo que hace que las plantas se vuelvan amarillas y se sequen antes que las vainas, que son larvas de

mosca. Suele aparecer e incluso aumentar en el momento del deshierbe ya que esta actividad hace que el suelo cambie de color por la pérdida de humedad, lo cual es muy agradable para las moscas, y estas ponen huevos en la base del tallo (DANE, 2015).

## **8.8 Enfermedades del cultivo de arveja.**

### **8.8.1 Oidio (*Erysiphe polygoni*) y mildiu (*Peronospora spp.*).**

Mitsui (2022) menciona que son enfermedades que se transmiten por esporas. Para la dispersión del mildiu veloso las condiciones frescas y húmedas favorecen, mientras que la ausencia de lluvia favorece al mildiu polvoriento. Los síntomas de estas enfermedades son generalmente de color blanco grisáceo, crecimiento de moho en la parte inferior de las hojas y un área amarillenta en el lado opuesto de la hoja, tallos deformados y atrofiados, manchas marrones en las vainas y desarrollo de moho dentro de la arveja.

### **8.8.2 Antracnosis (*Colletotrichum pisi*).**

Esta enfermedad se presenta en la parte aérea de la planta, identificándose por la aparición de ciertas manchas de color marrón oscuro en las hojas, tallos y vainas. Estas manchas se convierten en lesiones cóncavas con un borde rojo y detrás de ellas aparece una masa gelatinosa del mismo color, conocida como citoplasma. En el transcurso de varios días, estas heridas se cubren de moho gris y tienen una apariencia aterciopelada. Se transmite por semilla, lluvia, el transporte de suelo infectado o por plantas enfermas (DANE, 2015).

### **8.8.3 Pudrición radicular (*Fusarium, Phythium sp, Rhizoctonia solani*).**

Mitsui (2022) menciona que es causada por diferentes hongos. Además, se ve agravada por el suelo húmedo y frío, donde las semillas se ablandan y se pudren, mientras que las plántulas se dañan por las heridas del tallo.

## **8.9 Suelo.**

Van (2006) manifiesta que 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. Se diferencia de su material original en términos de textura, estructura, color y propiedades químicas tanto biológicas como físicas.



### **8.9.1 Características químicas del suelo.**

La meteorización del material de origen por el agua determina en gran medida la composición química del suelo final producido. Algunas sustancias químicas se filtran en las capas inferiores donde se acumulan, mientras que otras sustancias químicas menos solubles permanecen en las capas superiores. Los cloruros y los sulfatos se eliminaron más rápidamente, seguidos por el calcio, el sodio, el magnesio y el potasio. Los silicatos y óxidos de hierro y aluminio se descomponen muy lentamente y casi no se filtran. Cuando algunos de estos productos se exponen al aire en el suelo, se producen reacciones químicas, como la oxidación, que provocan la formación de sustancias químicas que son más solubles o más quebradizas de lo que eran originalmente. Como resultado, se aceleran los procesos de meteorización, se intensifica la lixiviación química y ocurren otros cambios en la composición química del suelo (Llamusunta, 2022).

### **8.9.2 Características biológicas del suelo.**

En la biología del suelo existen muchos tipos de organismos suelo-activos, ya sean bacterias, hongos, entre otros, estos microorganismos cambian su composición y función, modificando el suelo de acuerdo a la alimentación, sus actividades, entre otros (Ramírez, 1997).

### **8.9.3 Suelos erosionados.**

FIDAR (2001) menciona que un cambio drástico en sus propiedades a situaciones inferiores a las originales, por procesos físicos, químicos y biológicos. En general, la degradación del suelo afecta la fertilidad del suelo y, en última instancia, la producción de cultivos.

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

Según Piscitelli (2015) enmarca que los principales cambios que se producen en los suelos erosionados son:

- Capacidad de producción reducida.
- Capas que compactan, sellado y encostramiento de la superficie del suelo.
- Dificultad para que el agua entre al suelo y se evapore fácilmente.
- Pérdida de biodiversidad y materia orgánica.
- Agotamiento de nutrientes, acidificación del suelo y aumento del contenido de sal en el suelo.

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

La restauración de tierras degradadas a través de la reforestación y la gestión del paisaje puede generar importantes beneficios económicos y ambientales (Vergara, 2016).

Arredondo et al., (2015) manifiestan que tiene como finalidad el mantenimiento y restauración de su calidad. Además, la conservación de suelos incluye tres tipos de prácticas: agronómica, botánica y mecánica o estructural.

La definición de conservación de suelos se basa a un conjunto de técnicas y prácticas agrícolas destinadas a prevenir la degradación, erosión y agotamiento del suelo. Las prácticas de conservación de suelos están dirigidas a un uso a largo plazo y preparados para el futuro. Al tomar las medidas apropiadas y oportunas, los agricultores aumentaran la productividad de sus campos en los años venideros (Cherlinka, 2021).

La práctica de conservación de suelos se basa en tres pasos básicos:

- Adquirir un conocimiento completo sobre el uso de los recursos de la tierra.
- Monitorear los campos y detectar áreas críticas.
- Seguimiento y estimación de la eficacia de las técnicas aplicadas de conservación de suelos.

Además, Cherlinka (2021) menciona las técnicas de conservación de suelos que son:

- Labranza de conservación y siembra directa.
- Rotación de cultivos.
- Renuncia de Fertilizantes y pesticidas Sintéticos.
- Conservación de los organismos del suelo.
- Agricultura de contorno.
- Cultivo en franjas.
- Cortavientos.
- Cultivos de cobertura.
- Franjas de protección.
- Embalses con césped.
- Control integrado de plagas.

Raudes et al., (2009) señalan que, para proteger la superficie del suelo, la mejor alternativa es el acolchado orgánico ya que protege el suelo de los efectos de las gotas de lluvia y del arrastre

de la escorrentía. También aumenta la permeabilidad del agua al suelo porque bajo la protección del mulch no pierde su buena estructura por compactación. Se debe tener en cuenta que antes de restaurar suelos erosionados es necesario aprender a prevenir la erosión porque es necesario poder tener en cuenta las alternativas de adaptación a cada situación para que se puedan dar soluciones a las condiciones determinadas.

### **8.10 Mulch orgánico.**

Verdecora (2020) menciona que consiste en una capa de restos vegetales y otros materiales que se acumulan en el suelo. Además, actúa como una capa vegetal creada por la propia naturaleza, que actúa no solo como abono sino incluso como protección.

El uso de acolchado orgánico tiene un enfoque directo para el control sostenible de vegetación espontánea (malezas), aumentando el número de lombrices de tierra, aumentando la cantidad de materia orgánica que protege la superficie, aumentando la cantidad de infiltración de agua, disminuyendo la escorrentía de agua y continuamente, evita que las lluvias fuertes formen estos pequeños charcos, provocan la erosión del suelo por el viento y el agua, y también mejoran la temperatura del suelo al suavizar las fluctuaciones de temperatura a medida que las áreas cubiertas con acolchado se calientan y se enfrían gradualmente en comparación con el suelo desnudo donde hay grandes fluctuaciones de temperatura (Petrikovszki et al., 2020).

#### **8.10.1 Impacto del mulch orgánico en las características del suelo.**

Según Molerés (2015) los impactos que producen el mulch orgánico son los siguientes:

- Físicos: Mantiene húmedo al suelo, controla las especies arvenses, reduce la lixiviación de fertilizantes y mejora la estructura del suelo.
- Químicos: Proporciona nutrientes a las plantas y mejora la estructura química del suelo.
- Biológicos: Incrementa la actividad biológica (microorganismos) del suelo.

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

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

En su mayoría, una capa de mulch de 3 a 6 pulgadas controla la mayoría de las especies arvenses anuales (Trivedi y Nandeha, 2020).

### **8.11.2 Color de mulch.**

El color del material puede ser importante ya que afecta en gran medida la temperatura del suelo. El material oscuro se calienta rápidamente, mientras que el material claro refleja los rayos del sol y es más aislante (Brechelt, 2004).

El suelo debajo del mulch negro parece estar más caliente. Las plantas se marchitan más rápido y muestran síntomas de estrés por calor con más frecuencia. El calor adicional proviene del hecho de que el color negro absorbe más rayos del sol. Las temperaturas elevadas del suelo también pueden impedir que las plantas jóvenes y las semillas germinen (Wright, 2022).

### **8.11.3 Tipo de riego.**

En este caso es importante utilizar riego tecnificado. Si esto se hace con riego por tendido, entonces se pierde la cubierta, no se logra el efecto deseado porque surge la resistencia del sedimento (Morales, 2017).

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

### **8.12.1 Control de vegetación espontánea.**

El mulch del suelo con materiales inertes u orgánicos es una alternativa a los métodos tradicionales de control de vegetación espontánea ya que no provoca contaminación por productos fitosanitarios y no ocasiona problemas de erosión. Cubrir el suelo con materiales opacos evita que la luz entre y sofoque la vegetación espontánea y proporciona una barrera física para la emergencia de las especies arvenses (Zribi, 2013).

Yépez (2022) menciona que el uso de mulch para el manejo integrado de malezas tiene como objetivo suprimir la germinación, el crecimiento y la propagación de malezas y reducir el uso de herbicidas sintéticos.

## **8.13 Efecto del mulch orgánico sobre la planta.**

### **8.13.1 Precocidad de las plantas.**

El mulch es un aspecto de gran interés para el agricultor, es decir, el desencadenamiento de una cosecha temprana debido al calentamiento del suelo, especialmente en variedades precoces, esto depende de las condiciones climáticas que al inicio de la cosecha se puede adelantar con mulch de 7 a 14 días, esto depende de cultivos que pueden traer valiosos beneficios económicos (Zribi, 2013).

### 8.13.2 Calidad del fruto.

El mulch tiene un efecto positivo no solo en el rendimiento, sino también en la calidad del fruto. Esto depende del tipo de mulch, color, cambio de microclima, cobertura vegetal y cosecha (Zribi, 2013).

## 8.14 Mulch orgánicos para la investigación.

### 8.14.1 De carbón.

Barbano (2012) indica que el carbón vegetal es muy poroso y contiene muchos de los nutrientes que se encuentran en el material orgánico del que está hecho. Además, puede mejorar la capacidad del suelo para retener los nutrientes de las plantas y los microbios beneficiosos del suelo, retrasando o reduciendo las pérdidas de nutrientes debido a la lluvia o el riego.

A continuación, se indica la composición química del carbón:

**Tabla 4:** *Composición elemental de Carbón*

<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>
Nitrógeno total	0,04 %
Fósforo	0,08%
Potasio	0,75%
Calcio	0,46%
Magnesio	0,19%
Azufre	0,03%
Boro	9,08 ppm
Zinc	12,30 ppm
Cobre	16,30 ppm
Hierro	293,10 ppm
Manganeso	158,20 ppm
pH	9,50

**Fuente:** (Villamagua et al., 2008)

#### 8.14.2 De sigse (*Cortaderia nítida*).

Martín (2020) menciona el desarrollo de métodos innovadores, como el uso de residuos de biomasa en polvo finamente divididos como abono natural (mulch).

Se la considera apta para la recuperación de las zonas degradadas (Acosta, 2020). Además, Sarmiento y Torres (2008) mencionan que la especie *Cortaderia nítida* es adecuada para la creación de pequeños microclimas, para la protección, para la formación de pequeños enclaves de suelo en regeneración y fertilización, y para la inducción continua de suelos degradados.

#### 8.14.3 De 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).

La composición elemental de la cascarilla de arroz se la muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 5: Composición elemental de la cascarilla de arroz*

Propiedad	Cascarilla de arroz
Carbono	39,10
Hidrógeno	5,20
Oxígeno	37,20
Nitrógeno	0,60
Azufre	0,10
Cenizas	17,80

**Fuente:** (Hernández, 2013)

#### 8.14.4 De 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).

La composición elemental del heno se la muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6:** *Composición elemental del heno.*

<b>HENO</b>		
<b>Calcio (Ca)</b>	<b>Fósforo (P)</b>	<b>Magnesio (Mg)</b>
0,51	0,44	0,18

**Fuente:** (Armijos, 2022)

## **9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1 Metodología.**

#### **9.1.1 Tipo de investigación.**

##### **9.1.1.1 Cuantitativo.**

Se basó en recolectar datos en base a las variables propuestas en la investigación, posterior a ello se tabuló y analizó todos los datos numéricos en lo que se logró obtener resultados científicos que avalen a la investigación planteada.

##### **9.1.1.2 Experimental.**

Para llevar a cabo esta investigación se integró un conjunto de actividades metodológicas (variables en estudio e hipótesis planteadas) y técnicas las cuales ayudaron a recabar la información y datos necesarios.

#### **9.1.2 Tipo de método.**

##### **9.1.2.1 Deductivo.**

Se tomó en cuenta la teoría de la investigación planteada en forma general partiendo del cultivo de arveja, suelo y mulch para así poder establecer el mejor tratamiento.

### **9.1.3 Modalidad de la investigación.**

#### **9.1.3.1 De Campo.**

Se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi, sector Salache perteneciente al cantón Latacunga específicamente en la terraza 13 de Machu Picchu CEASA, el tema planteado fue la Evaluación de las características químicas y biológicas en el tercer ciclo vegetativo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en cuatro diferentes tipos de mulch orgánicos para la conservación de suelos; esto con la finalidad de dar respuesta al problema planteado, de ahí se extrajo la toma de datos durante todo el desarrollo fenológico del cultivo el cual nos permitió obtener nuevos conocimientos en el campo relacionado con la realidad de los productores.

#### **9.1.3.2 Bibliográfica documental.**

Se hizo un riguroso análisis a la información en concordancia con el problema planteado mediante la utilización de la lectura científica y resúmenes de diferentes fuentes de información válidas (libros, revistas, artículos científicos, tesis de grado) las cuales sirvió como base para el contexto del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos.

#### **9.1.3.3 Observación directa.**

Esta permitió recopilar la mayor cantidad de información para luego registrarla y aplicarla en un análisis en base al problema planteado. Durante el trayecto se utilizó esta técnica para identificar el efecto de los cuatro tipos de mulch orgánicos incluido el testigo en el cultivo de arveja.

#### **9.1.3.4 Análisis estadístico.**

Este permitió recopilar, interpretar y validar datos tomados durante toda la investigación y para ello su complementación se basó en el manejo de programas como Excel e InfoStat, tomando en cuenta que para la tabulación de datos se empleó una estadística descriptiva e inferencial, esto con fin de obtener un análisis de los mismos.

#### **9.1.3.5 Libro de campo.**

Esta herramienta permitió registrar los datos y labores efectuadas a lo largo de la investigación, en este caso se utilizó el registro de los indicadores de la operación variable (% prendimiento, altura de planta, diámetro del tallo, días a la floración, días al envainamiento, días a la cosecha en verde, peso de vaina verde, número de vainas, longitud de vaina, número de grano, diámetro del grano, peso del grano, diversidad de arvenses, dominancia de arvenses y costo beneficio).



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

### **9.2.1 Materiales.**

- ✓ Herramientas de trabajo (azadas, azadones, rastrillos, palas, etc.)
- ✓ Herramientas para identificar las parcelas (tijeras, estacas, piolas, martillo, clavos, plástico, palos de pincho, rótulos, flexómetro, etc.)
- ✓ Materiales faltantes para el riego de aspersión (aspersores y uniones)
- ✓ Materiales de oficina (libreta de campo, lápiz y esfero)
- ✓ Recipiente de medición

### **9.2.2 Equipos.**

- ✓ Bomba de fumigar
- ✓ Carretilla
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Computadora
- ✓ Calibrador pie de rey
- ✓ Balanza digital
- ✓ Tensiómetro agrícola
- ✓ Barreta

### **9.2.3 Insumos.**

- ✓ Plántulas de arveja (variedad Numérica)
- ✓ Abono de fondo: Nutriabono
- ✓ Costales de cascarillas de arroz
- ✓ Costales de carbón
- ✓ Pacas de heno
- ✓ Costales de Sigse

### **9.2.4 Otros recursos.**

- ✓ Transporte
- ✓ Alimentación
- ✓ Mano de obra
- ✓ Fundas Ziploc

### 9.3 Caracterización del área de investigación.

La ubicación geográfica del sitio donde se llevó a cabo la investigación se señala a continuación:

**Tabla 7:** Caracterización del área de investigación

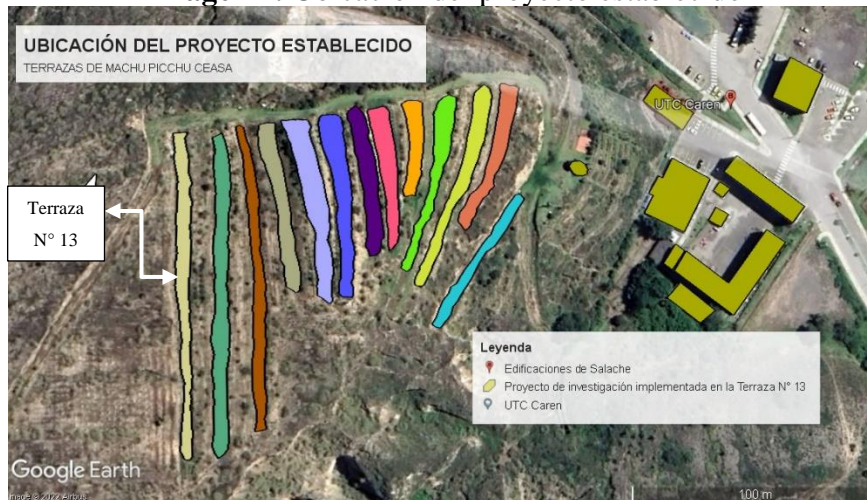
LOCALIZACIÓN	SITIO
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Eloy Alfaro
Localidad	Salache
Latitud	01°00'2,552"S
Longitud	78°37'30.54"W
Altitud	2818 m.s.n.m
Fecha del trasplante	23 de Marzo del 2023
Cultivo anterior	Apio
Textura de suelo	Franco arenoso

Elaborado por: (Leica, 2023)

### 9.4 Mapa sobre el área de investigación.

A continuación, en la imagen 1 se observa el lugar de la investigación que fue en la terraza 13 de Machu Picchu CEASA:

**Imagen 1:** Ubicación del proyecto establecido



Elaborado por: (Leica, 2023)

## 10. HIPÓTESIS

### 10.1 Hipótesis alternativa.

- Los mulch orgánicos con diferentes tipos de materiales mejorarán el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.)
- Los mulch orgánicos son efectivos para el mejoramiento de las características químicas y biológicas del suelo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.)

## 10.2 Hipótesis nula.

- Los mulch orgánicos con diferentes tipos de materiales no mejorarán el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.)
- Los mulch orgánicos no son efectivos para el mejoramiento de las características químicas y biológicas del suelo con el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.)

## 10.3 Operacionalización de variables.

A continuación, en la tabla 8 se muestra las variables que se evaluó referente a cada objetivo planteado en la investigación:

**Tabla 8: Operacionalización de variables**

Hipótesis	Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Índices
<b>H1.:</b> Los mulch orgánicos con diferentes tipos de materiales mejorarán el rendimiento del cultivo de arveja ( <i>Pisum sativum</i> L.)  <b>H2.:</b> Los mulch orgánicos son efectivos para el mejoramiento de las características químicas y biológicas del	Suelo y cultivo de arveja	Tipos de mulch orgánicos	Porcentaje de prendimiento	%
			Altura de la planta	cm
			Diámetro del tallo	mm
			Días a la floración	días
			Días al envainamiento	días
			Días a la cosecha en verde	días
			Peso de vaina verde	kg
			Número de vainas	cantidad
			Longitud de vaina	cm
			Número de grano por vaina	cantidad
			Diámetro del grano	mm
			Peso del grano	gr
			Diversidad en arvenses	cantidad
			Dominancia de arvenses	cantidad
			pH	escala
			Nitrógeno (N)	ppm
			Fósforo (P)	ppm
			Azufre (S)	ppm
			Boro (B)	ppm

suelo con el cultivo de arveja ( <i>Pisum sativum</i> L.)	Características químicas del suelo	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	%
		Conductividad eléctrica (C.E.)	%
	Características biológicas del suelo	Hongos benéficos	<i>PFC</i>
		Hongos patógenos	<i>PFC</i>
	Costo beneficio	Peso de vaina verde	kg

Elaborado por: (Leica, 2023)

#### 10.4 Variables en estudio.

##### 10.4.1 Porcentaje de prendimiento.

Esta variable se tomó a los 15 días luego del trasplante, se contabilizó la totalidad de plántulas trasplantadas. Se anotó el número de plantas adaptadas en cada tratamiento con ello se conoció el porcentaje de prendimiento aplicando la siguiente fórmula:

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

##### 10.4.2 Altura de la planta.

La altura de la planta se registró, midiendo el tallo principal, desde la base hasta el ápice; en cada unidad experimental de la parcela neta (14 plantas), se tomó seis datos, los días: 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días. Se utilizó un flexómetro (cm).

##### 10.4.3 Diámetro del tallo.

Esta variable se tomó colocando un calibrador en la parte basal del tallo de la plántula para tomar la medida en cada unidad experimental de la parcela neta (14 plantas), se expresó en mm, se tomó los siguientes días: 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días.

##### 10.4.4 Días a la floración.

Esta variable se registró contabilizando los días transcurridos desde el trasplante hasta la aparición de la primera flor de la inflorescencia, y hasta cuando se abrió a la última flor.

**10.4.5 Días al envainamiento.**

Se registró el número de días transcurridos desde el trasplante hasta la formación de la primera vaina hasta cuando se presentó la última vaina.

**10.4.6 Días a la cosecha en verde.**

Se registró el número de días transcurridos desde el trasplante hasta la última cosecha cuando la vaina del cultivo se presentó con un abultamiento, los granos con un diámetro de 5 a 10 mm más o menos.

**10.4.7 Peso de vaina verde.**

Se cosechó cada unidad experimental y se pesó en kg utilizando una balanza (peso parcela neta y parcela total).

**10.4.8 Número de vainas.**

Se contabilizó el número de vainas por tratamiento de cada repetición en abultamiento de vaina (peso parcela neta y parcela total).

**10.4.9 Longitud de vaina.**

Se escogió al azar 10 vainas de cada tratamiento y se midió desde extremo a extremo la vaina con la ayuda de una regla expresada en cm.

**10.4.10 Número de grano por vaina.**

De las 10 vainas escogidas al azar se contabilizó de cada una el número de granos, esto se hizo de cada tratamiento.

**10.4.11 Diámetro del grano.**

De las 10 vainas seleccionadas de cada tratamiento, se desgranó y se escogió al azar 10 granos de cada unidad experimental para medir el diámetro. Se utilizó un calibrador expresado en mm.

**10.4.12 Peso de grano en verde.**

Se procedió a desgranar las vainas de cada tratamiento y se pesó en gr utilizando una balanza.

#### 10.4.13 Diversidad en arvenses.

Esta variable se la tomó cada 30 días, en la que se contabilizó el número de arvenses. Moreno (2000), menciona la siguiente fórmula para medir la diversidad:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

#### 10.4.14 Dominancia de arvenses.

Esta variable se tomó cada 30 días. Se empleó la fórmula:  $d = \frac{N_{max}}{N}$

Donde Nmax es la cantidad de individuos en la especie más abundante. Un aumento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia (Ramírez-Villaruel, 1993).

#### 10.4.15 Características químicas del suelo.

Para esta variable se determinó los resultados de 5 muestras de suelo las cuales se las trasladaron al Instituto Nacional de Investigaciones 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.

#### 10.4.16 Características biológicas del suelo.

Para 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.

#### 10.4.17 Rendimiento de la cosecha.

Se realizó al final del proyecto de investigación, con el fin de obtener el costo beneficio basado en la fórmula (costos producción/ costo rendimiento) para lo cual se tomó en cuenta las inversiones realizadas para su implementación y la cosecha en abultamiento de vaina verde.

## 10.5 Factores en estudio.

### 10.5.1 Mulch orgánicos.

Se aplicó los mismos factores en estudio de Caguana (2022), los cuales se muestran a continuación:

**M1:** Carbón

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

**M3:** Cascarilla de arroz

**M4:** Heno

**M5:** Testigo

### 10.5.2 Tratamientos del ensayo experimental.

En la tabla 9 se observa la descripción de cada tratamiento con su codificación que fue implementada en el trabajo de investigación:

*Tabla 9: Tratamientos del ensayo experimental*

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

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

### 10.5.3 Diseño experimental.

Se realizó el mismo diseño de Caguana (2022) que fue un Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), es decir con 5 tratamientos incluido el testigo y 5 repeticiones, siendo un total de 25 unidades experimentales.

#### 10.5.4 Características del ensayo.

A continuación, en la tabla 10 se detalla las características del trabajo de investigación:

*Tabla 10: 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	0,30 m
Número de surcos	4
Distancia entre surco	0,60 cm
Número de hileras	13 (3 plantas en un solo hoyo)
Número de plantas por parcela	156 plantas
Total de plantas	3900 plantas
Número de plantas para la operación de variables por tratamiento.	14
Total de número de plantas para la operación de variables por tratamiento.	350

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

#### 10.6 Análisis estadístico.

Se empleó un modelo matemático del análisis de varianza (ADEVA), para esto se utilizó el programa estadístico InfoStat, presentado en el siguiente esquema:

##### 10.6.1 Diseño del esquema del ADEVA.

A continuación, en la tabla 11 se observa el esquema del ADEVA, donde la investigación fue de 25 unidades experimentales, es decir 5 repeticiones y 5 tratamientos con un DBCA:

*Tabla 11: Esquema del 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:** (Leica, 2023)



## **10.7 Procedimiento de la investigación.**

### **10.7.1 Ubicación del proyecto.**

La investigación se planteó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el Sector Salache perteneciente al Cantón Latacunga específicamente, en la terraza 13 de Machu Picchu CEASA.

### **10.7.2 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.

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

Se identificó y rotuló cada repetición y tratamiento en la que se utilizó letreros para identificar las 5 repeticiones y los 5 tratamientos.

### **10.7.4 Levantamiento de parcelas.**

Se procedió a retirar de cada unidad experimental la capa de mulch orgánico, después se removió e hizo el levantamiento de cada parcela. Esto fue con la ayuda de herramientas de labranza manual como: azadas, azadones, palas y rastrillos.

### **10.7.5 Aplicación de abono de fondo (Nutriabono).**

Una vez removida 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 9,60 kg en cada unidad experimental.

### **10.7.6 Trazado de parcelas.**

Con la ayuda de estacas y piolas se trazó las unidades experimentales. Cada una de 2,40 m de ancho y 4 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.

### **10.7.7 Hoyado.**

Una vez esparcido el abono de fondo, en cada tratamiento se realizó 4 hileras distanciadas a 0,60 m, la distancia entre hoyos fue de 0,25m. con la ayuda de una estaca y flexómetro.

### **10.7.8 Trasplante.**

La obtención de plántulas de arveja variedad “Numérica” fue en la pilonera UTC Salache, en cada unidad experimental ingresó para el trasplante 156 plántulas por tratamiento y 3900 plántulas de arveja en el área total.

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

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.

### **10.7.10 Riego.**

Se utilizó el riego por aspersión por el efecto que tiene de lluvia uniforme y esto permite que llegue a todos los tratamientos por igual, tomando en cuenta que los primeros 15 días del trasplante se regaron todos los días puesto que fue donde el trasplante requiere de más agua para su desarrollo, se realizó una vez a la semana; además esto dependía del clima con que contará en el sector.

### **10.7.11 Limpieza.**

Esta labor fue de suma importancia para que no haya competencia entre arvenses y el cultivo. Esto se realizó cada 30 días y fue de forma manual (luego de tomar datos).

### **10.7.12 Cosecha.**

La cosecha se realizó a partir de los 65 hasta los 90 días, esto se hizo de forma manual conjuntamente se tomó en cuenta el peso de la vaina en verde (kg)tanto en parcela total como en parcela neta, esto fue por cada unidad experimental. Además, se evaluaron variables como: peso de vaina verde, números de vainas, longitud de vaina, número de grano, diámetro del grano y peso del grano. Aquí se utilizó calibrador y balanza.

### **10.7.13 Tabulación de los datos.**

Una vez culminada la investigación se procedió a procesar los datos, se utilizó el programa Excel para las medias matemáticas y luego se introdujo al programa estadístico InfoStat para así poder analizar los resultados.

#### 10.7.14 Análisis de suelo final.

Se recolectó 5 muestras de suelo de cada tratamiento de las 5 repeticiones, cada muestra obtuvo como máximo 1 kg, estas fueron colocadas en una funda plástica con su respectiva etiqueta, 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 Blo Soluciones (ABISRE).

#### 10.7.15 Análisis costo/beneficio.

Se realizó al final del proyecto de investigación, en relación al rendimiento de la cosecha en verde (peso vaina); se realizó el costo de producción en una hectárea.

### 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 arveja.

*Tabla 12: ADEVA para la variable porcentaje de prendimiento*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
<b>Tratamientos</b>	145,76	4	36,44	4,66	0,011	*
<b>Bloques</b>	157,36	4	39,34	5,03	0,0081	**
<b>Error</b>	125,04	16	7,82			
<b>Total</b>	428,16	24				
<b>CV(%):</b>	<b>2,90</b>					

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 12, se obtuvo significancia estadística en la fuente de variación de tratamientos con un valor de 0,011. El coeficiente de variación fue de 2,90% lo que indica una heterogeneidad debido a que este dato se tomó a los 15 días de forma manual y luego de haber colocado el mulch, se deduce que los tratamientos si tuvieron influencia en esta variable, este dato fue expresado en porcentaje.

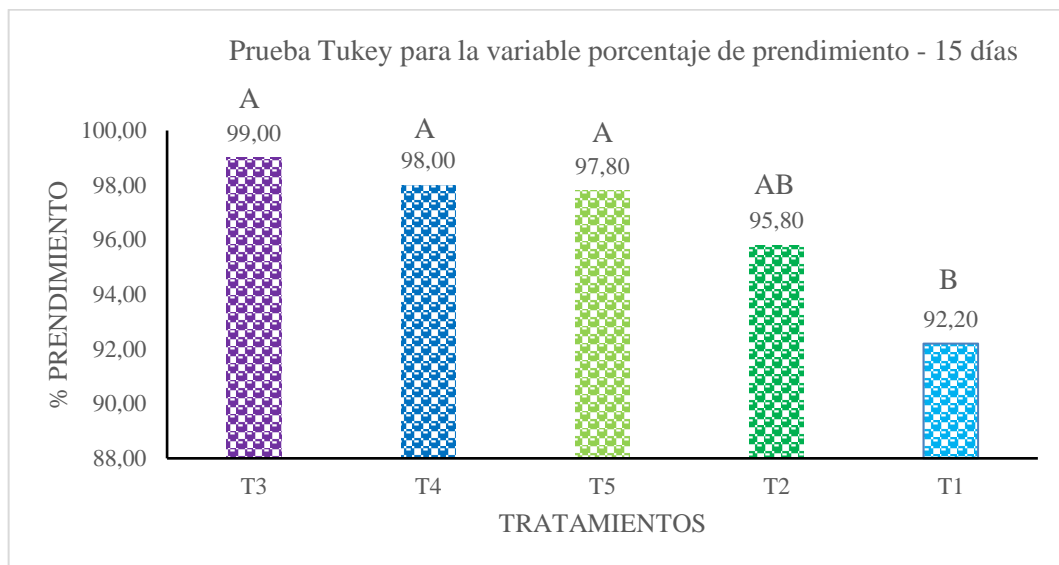
**Tabla 13:** Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de prendimiento

Tratamientos	Medias	Rangos
T3 (cascarilla de arroz)	99,00	A
T4 (heno)	98,00	A
T5 (testigo)	97,80	A
T2 (sigse)	95,80	A B
T1 (carbón)	92,20	B

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 13 se realizó la prueba de tukey al 5%, donde se observó dos rangos de significación estadística por cada uno de los tratamientos establecidos, donde el T3 (cascarilla de arroz) obtuvo una media de 99%; T4 (heno) con una media 98%; T5 (testigo) con una media de 97,80%; T2 (sigse) con una media de 95,8% y T1 (carbón) con una media del 92,20% del prendimiento.

**Figura 1:** Medias en la variable porcentaje de prendimiento



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

Dentro de la variable porcentaje de prendimiento, se obtuvo que los mejores tratamientos estadísticamente fueron el: T3 (cascarilla de arroz), T4 (heno) y T5 (testigo). El uso de pilones (plántulas) permite proteger las raíces ya que se reduce o elimina el riesgo de que se sequen, además las plántulas son saludables y robustas, sufren menos estrés y pueden adaptarse rápidamente a los procesos biológicos del suelo (Martínez, 2012).

Además, Herrera Ramírez et al., (2016) en su trabajo de investigación titulada: “Evaluación del efecto de la asociación de coberturas vegetales vivas sobre el cultivo de uvilla (*Physalis*

*peruviana* L.) en Huaca, provincia del Carchi, Ecuador” señalan que el adecuado manejo de los mulch orgánicos favorecen en el desarrollo radicular y prendimiento de plántulas.

Destacando entre ellos el T3 (cascarilla de arroz) cuya media fue representativa con un valor del 99%. Tal como Rodríguez (2007) menciona que la cascarilla de arroz es un mulch orgánico que actuó como un material liviano que mantiene un alto nivel de humedad en la superficie, lo que permite una buena aireación de la zona radicular de las plantas, lo que facilita el aprovechamiento de nutrientes.

Ahora bien, el último tratamiento es el T1 (carbón) con una media del 92,20%, donde se observó que el 7,80% restante representa la pérdida de plántulas después del trasplante esto a los 15 días; de manera que este tipo de material se calienta a temperaturas relativamente bajas con poco o nada de aire, lo que provoca el marchitamiento de la planta y, por lo tanto, interfiere con el crecimiento del sistema radicular (Bishwakarma et al., 2022).

### 10.1.2 Altura de planta.

Altura de la planta en cm en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 14:** ADEVA para la variable altura de planta

		15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días	
F.V.	gl	p-valor	*	p-valor	**	p-valor	**	p-valor	**	p-valor	**	p-valor	**
<b>Trat.</b>	4	0,0111	*	0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**
<b>Bloques</b>	4	0,6869	ns	0,2535	ns	0,2900	ns	0,0593	ns	0,0114	*	0,0069	*
<b>Error</b>	16												
<b>Total</b>	24												
<b>CV (%)</b>		6,68		5,68		7,16		6,73		6,80		7,11	

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 14 de la variable altura de planta a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días del trasplante existió alta significancia estadística en tratamientos, cuyo coeficiente de variación fue del: 6,68%; 5,68%; 7,16%; 6,73%; 6,80 % y 7,11%. Esto da a entender que el manejo de datos tomados cada 15 días se comportaron de una manera homogénea.

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

		15 días		30 días			45 días		
Tratamientos		Medias	Rangos	Tra.	Medias	Rangos	Tra.	Medias	Rangos
<b>T2</b>	(sigse)	12,80	A	<b>T2</b>	17,04	A	<b>T4</b>	26,26	A
<b>T3</b>	(cascarilla de arroz)	11,88	A B	<b>T3</b>	16,32	A	<b>T3</b>	26,18	A
<b>T5</b>	(testigo)	11,84	A B	<b>T4</b>	15,94	A	<b>T2</b>	22,04	B
<b>T4</b>	(heno)	11,84	A B	<b>T5</b>	13,70	B	<b>T5</b>	16,48	C
<b>T1</b>	(carbón)	10,66	B	<b>T1</b>	12,66	B	<b>T1</b>	16,46	C

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 15 se realizó la prueba de tukey al 5% en donde se observó a los 15 y 30 días dos rangos de significancia estadística a diferencia de los 45 días que posee tres rangos. A los 15 días el que obtuvo el primer rango fue el T2 (sigse) con la media de 12,80 cm y el en último rango fue el T1 (carbón) con una media de 10,66 cm.

A los 30 días en la variable altura de planta el mejor resultado fue el T2 (sigse), T3 (cascarilla de arroz) y T4 (heno) obteniendo un rango de significancia A, con las siguientes medias: 17,04; 16,32 y 15,94 cm; en último lugar se llevaron los tratamientos T5 (testigo) y T1 (carbón) obteniendo un rango de B con unas medias de 13,70 y 12,66 cm en altura.

A los 45 días se obtuvo en primer lugar al T4 (heno) y T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de 26,26 y 26,18 cm de altura con un rango de A y en último lugar se obtuvo los tratamientos T5 (testigo) y T1 (carbón) cuyas medias fueron de 16,48 y 16,46 cm con un rango de significancia C.

**Tabla 16:** Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta en los 60 y 90 días

		60 días		75 días		90 días	
Tratamientos		Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
<b>T4</b>	(heno)	37,30	A	47,54	A	57,18	A
<b>T3</b>	(cascarilla de arroz)	36,02	A	45,86	A	55,70	A
<b>T2</b>	(sigse)	29,08	B	36,12	B	43,16	B
<b>T1</b>	(carbón)	20,26	C	24,06	C	27,86	C
<b>T5</b>	(testigo)	19,26	C	22,04	C	24,82	C

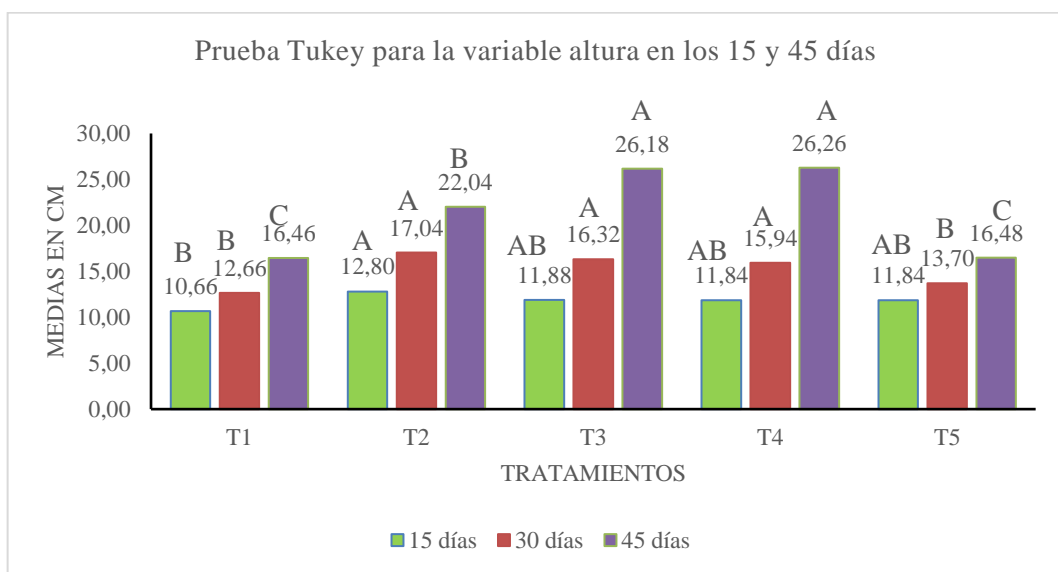
**Elaborado por:** (Leica, 2023)

A los 60, 75 y 90 días se observaron tres rangos de significación estadística, dando como primer lugar al T4 (heno) y T3 (cascarilla de arroz), a los 60 días cuyas medias fueron de 37,30 y 36,02 cm en altura con un rango de A y obtuvo en último lugar al T1 (carbón) y T5 (testigo) cuyas medias fueron de 20,26 y 19,26 con rango de C; continua a ello a los 75 días un rango de A se

consiguió al T4 (heno) y T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de 47,54 y 45,86 en altura y en último lugar se obtuvo al T1 (carbón) y T5 (testigo) cuyas medias fueron de 24,06 y 22,04 con rango de C.

Por último, a los 90 días se evidenció que el mejor mulch orgánico para altura de planta fueron el T4 (heno) y T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de 57,18 y 55,70 cm con rango de significancia A, dando como último lugar al T1 (carbón) y T5 (testigo) cuyas medias fueron de 27,86 y 24,82 en altura y un rango de C.

**Figura 2:** Medias en la variable altura de planta en los 15 y 45 días



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 2 a los 15 días se obtuvo que el T2 (sigse) con una media de 12,80 fue el tratamiento con mejor altura y el último tratamiento fue el T1 (carbón) cuya media fue de 10,66 cm. Tal como Frutos et al., (2016) manifiestan que un aumento más lento de la temperatura debajo del mulch durante el crecimiento de la planta promueve un mejor desarrollo vegetativo.

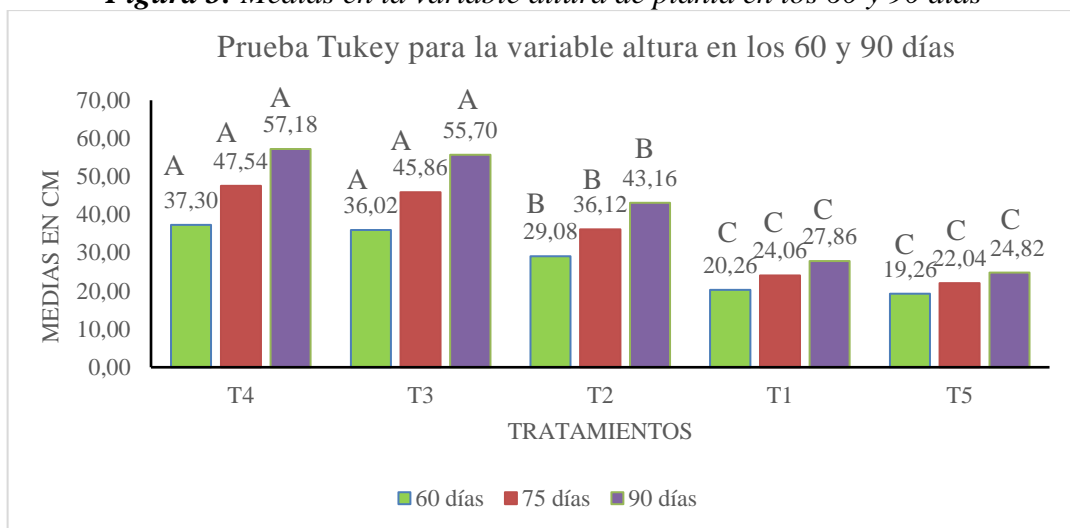
A los 30 días se obtuvo que los mejores tratamientos fueron el T2 (sigse), T3 (cascarilla de arroz) y T4 (heno) ubicándose en el primer rango cuyas medias fueron: 17,04; 16,32 y 15,94 cm en altura y en último lugar se obtuvo a los tratamientos T5 (testigo) y T1 (carbón) cuyas medias fueron de 13,70 y 12,66 en altura. Frutos et al., (2016) ratifica que hubo menor crecimiento en el suelo desnudo (testigo) ya que pudieron influir otros factores, como algún tipo de alelopatía en el cultivo.

A los 45 días se obtuvo que los tratamientos T4 (heno) y T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron: 26,26 y 26,18 cm, ubicándose en el primer rango y los tratamientos T5 (testigo) y T1 (carbón) fueron los que obtuvieron el último rango cuyas medias de 16,48 y 16,46 cm.

Destacando entre ellos el T4 (heno) que al descomponerse en el lugar y alimentar la red trófica del suelo, haciendo que los nutrientes estén disponibles para las plantas en crecimiento (Schonbeck, 2012).

Sepúlveda (2003) deduce que la aplicación de carbón por sí tiene un impacto en el crecimiento y desarrollo debido a los efectos negativos de la exposición al sol en las plantas durante el día, ya que al ser un material negro parece estar más caliente por lo que se absorbe el calor extra de este, por ende, recibe más exposición al sol, por lo que se recomienda una combinación con abonos orgánicos.

**Figura 3:** Medias en la variable altura de planta en los 60 y 90 días



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 3 la variable altura de planta en los 60, 75 y 90 días, se cumplió la siguiente secuencia en tratamientos: T4, T3, T2, T1 y T5 donde los tratamientos T4 (heno) y T3 (cascarilla de arroz) fueron los que obtuvieron el primer rango en altura. Como plantea Caguana (2022) que la cascarilla de arroz contiene un alto contenido de silicio, lo que ayuda a estimular el desarrollo uniforme y abundante de las raíces, lo que promueve el crecimiento de las plantas.

El último lugar lo obtuvo el T1 (carbón) y T5 (testigo) en altura, donde Armijos (2022) reporta que por el motivo de que el testigo no presenta mulch orgánico sobre el suelo que ayude a la protección tanto de este como del cultivo, por ese motivo afecta al crecimiento de la planta.



### 10.1.3 Diámetro del tallo.

Diámetro del tallo en mm en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 17: ADEVA para la variable diámetro del tallo**

		15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días	
F.V.	gl	p-valor		p-valor		p-valor		p-valor		p-valor		p-valor	
Trat.	4	0,0350	*	0,0007	**	0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**
Bloques	4	0,3713	ns	0,3713	ns	0,3713	ns	0,3713	ns	0,3713	ns	0,3713	ns
Error	16												
Total	24												
CV (%)		5,84		5,20		4,69		4,27		3,92		3,62	

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 17 se obtuvo los siguientes valores: a los 15 días existió significancia estadística solo en la fuente de tratamientos cuyo coeficiente de variación fue 5,84%. Posterior a ello en los 30, 45, 60, 75 y 90 días existió una alta significancia estadística en la fuente de variación de tratamientos cuyos coeficientes de variación son del: 5,20%; 4,69%; 4,27%; 3,92% y 3,62%. De tal forma que existió una heterogeneidad en datos debido a que la operacionalización de esta variable se realizó en la parte basal del tallo de la planta así también como la influencia de los cuatro tipos de mulch orgánicos incluido el testigo y la relación del estado fenológico por la cual estaba pasando el mismo, este dato fue expresado en mm.

**Tabla 18: Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del tallo en los 15 y 30 días**

		15 días			30 días		
Tratamientos		Medias	Rangos		Medias	Rangos	
T3	(cascarilla de arroz)	2,99	A		3,42	A	
T1	(carbón)	2,87	A	B	3,27	A	B
T2	(sigse)	2,79	A	B	3,14	A	B C
T5	(testigo)	2,72	A	B	3,02	B	C
T4	(heno)	2,64	B		2,87	C	

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 18 se realizó la prueba Tukey al 5% se observaron 2 rangos de significación estadística alcanzados por cada uno de los tratamientos establecidos, donde a los 15 días el primer rango es el T3 (cascarilla de arroz) con una media de 2,99 mm y en último lugar fue el T4 (heno) con una media de 2,64 mm. A los 30 días se observó 3 rangos donde el mejor tratamiento fue el T3 (cascarilla de arroz) con una media de 3,42 mm y el de menor resultado fue el T4 (heno) con media de 2,87 mm.

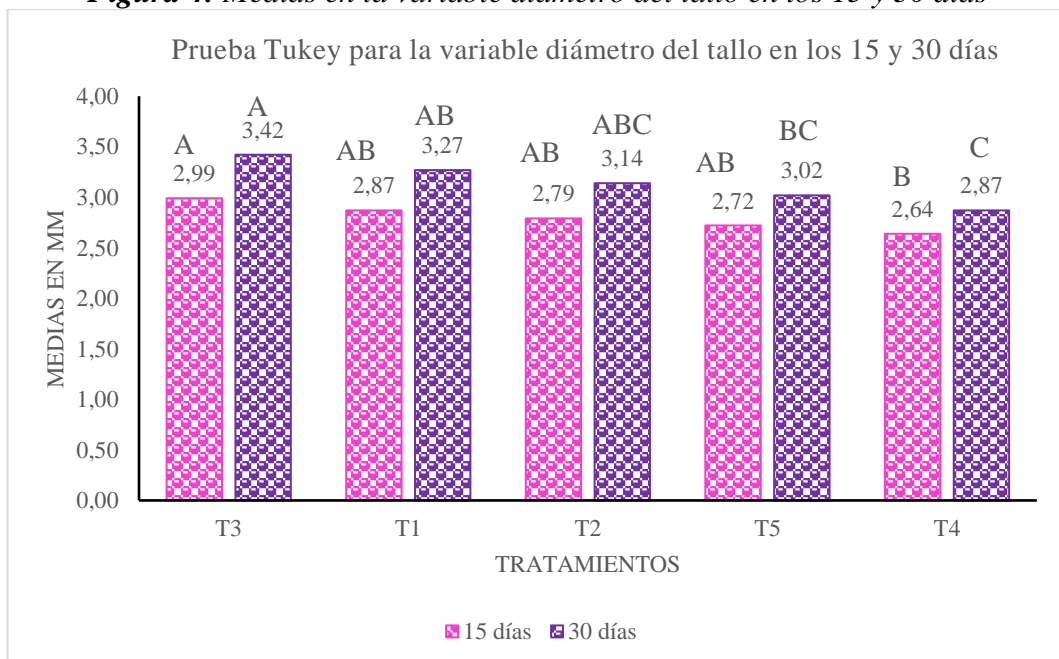
**Tabla 19:** Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del tallo en los 45 y 90 días

Trat.	45 días		60 días		75 días		90 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
T3	3,85	A	4,28	A	4,71	A	5,14	A
T2	3,67	A B	4,07	A B	4,47	A B	4,87	A
T1	3,49	B C	3,84	B C	4,19	B C	4,54	B
T4	3,32	C D	3,62	C D	3,92	C	4,22	C
T5	3,10	D	3,33	D	3,56	D	3,79	D

Elaborado por: (Leica, 2023)

En la tabla 19 a partir de los 45 días se observaron 4 rangos de significación estadística alcanzados por cada uno de los tratamientos, en primer lugar, el T3 (cascarilla de arroz) con una media de 3,85 mm y en último lugar el T5 (testigo) con media de 3,10 mm. A los 60 días el T3 (cascarilla de arroz) con media de 4,28 mm fue el mejor tratamiento y el T5 (testigo) con una media de 3,33 mm fue el de menor resultado. El T3 (cascarilla de arroz) con una media de 4,71 mm fue el mejor en resultado y el T5 (testigo) con media de 3,56 mm fue el de menor resultado, esto fue a los 75 días.

Para concluir a los 90 días se consiguió en el primer rango al T3 (cascarilla de arroz) con una media de 5,14 en diámetro y T2 (sigse) con una media de 4,87 mm. En el último rango se obtuvo al T5 (testigo) con una media de 3,79 mm.

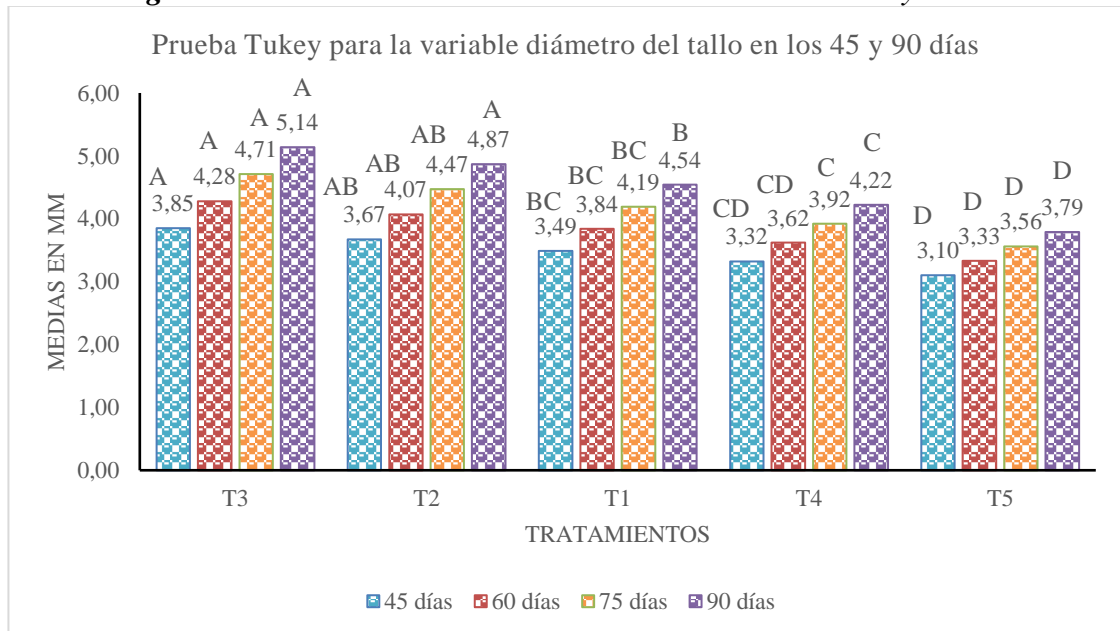
**Figura 4:** Medias en la variable diámetro del tallo en los 15 y 30 días

Elaborado por: (Leica, 2023)

Dentro de la variable diámetro del tallo en los 15 y 30 días se cumplió el patrón en tratamientos: T3, T1, T2, T5 y T4 donde el mejor tratamiento fue el T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de 2,99 y 3,42 en diámetro del tallo. Broadbent (2021) confirma que este material contiene una gran cantidad de silicio que mejora las células vegetales y favorece su desarrollo (crecimiento, diámetro, flores y frutos).

El último tratamiento obtenido fue el T4 (heno) cuyas medias fueron de: 2,64 y 2,87 mm en diámetro. Este material limita el desarrollo de las plantas y se lo conoce por su adherencia al suelo ya que crea una barrera superficial en la que llega a perjudicar en el desarrollo del cultivo (Bakker et al., 2013), aunque en este caso se observa que la diferencia no es muy marcada con el rango A que fue en el T3 (cascarilla de arroz).

**Figura 5:** Medias en la variable diámetro del tallo en los 45 y 90 días



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

Dentro de la variable diámetro del tallo en los 45 y 90 días se cumplió el siguiente patrón en tratamientos: T3, T2, T1, T4 y T5 donde el mejor tratamiento fue el T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de: 3,85; 4,28; 4,71 y 5,14 mm en diámetro. Además, el T2 (sigse) fue el que también estuvo en el primer rango A, a los 90 días con una media de 4,87 mm, tal como Frutos (2015) afirma que este material mejora el contenido de nutrientes en el suelo, aumentando el grosor del tallo en comparación con el tratamiento suelo desnudo (testigo).

El último lugar lo consiguió el T5 (testigo) cuyas medias fueron de: 3,10; 3,33; 3,56 y 3,79 mm en diámetro de modo que Vaca (2011) señala que el cultivo de arveja en suelos pesados y mal drenados puede ocurrir un retraso en el desarrollo de los órganos de la planta.

#### 10.1.4 Días a la floración.

Días a la floración en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 20:** ADEVA para la variable Días a la floración

F.V.	Días a la floración (inicio)					Días a la floración (final)						
	SC	gl	CM	F	p-valor	SC	gl	CM	F	p-valor		
<b>Trat.</b>	272,8	4	68,2	12,93	0,0001	**	279,2	4	69,80	14,1	0,0001	**
<b>Bloques</b>	36,8	4	9,2	1,74	0,1896	ns	11,6	4	2,90	0,59	0,6775	ns
<b>Error</b>	84,4	16	5,28				79,2	16	4,95			
<b>Total</b>	394	24					370	24				
<b>CV (%)</b>			4,93						4,14			

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 20 se detectó una alta diferencia significancia estadística solo en la fuente de tratamientos con un valor de 0,0001 tanto en días a la floración inicio y final cuyos coeficientes de variación fueron del: 4,93% y 4,14%. Este dato se lo tomó desde el trasplante hasta la aparición de la primera flor (inflorescencia) hasta la última.

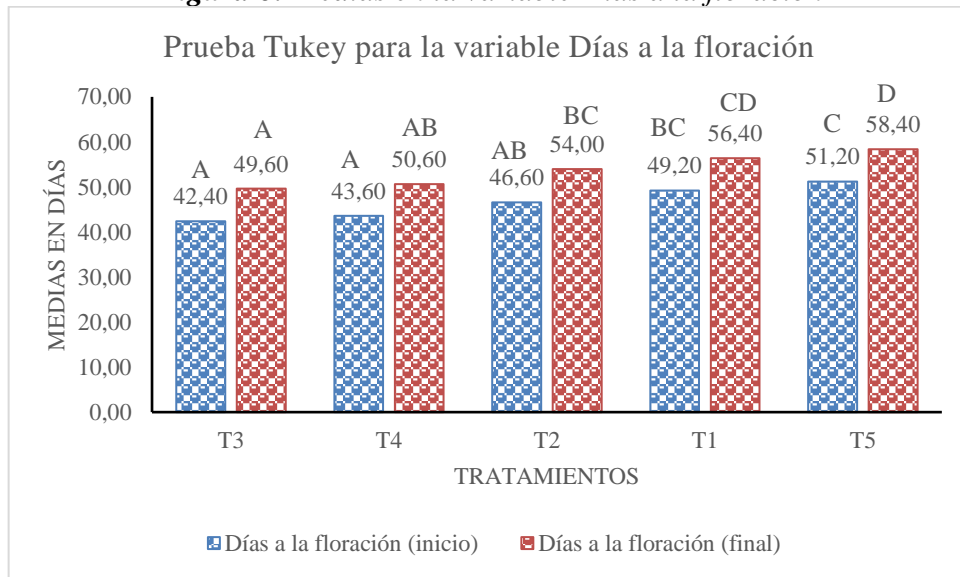
**Tabla 21:** Prueba de Tukey al 5% para la variable Días a la floración

Tratamientos	Días a la floración (inicio)		Días a la floración (final)	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	42,40	A	49,60	A
<b>T4</b> (heno)	43,60	A	50,60	A B
<b>T2</b> (sigse)	46,60	A B	54,00	B C
<b>T1</b> (carbón)	49,20	B C	56,40	C D
<b>T5</b> (testigo)	51,20	C	58,40	D

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 21, se realizó la prueba Tukey al 5% donde la variable días a la floración (inicio) obtuvo tres rangos, donde los tratamientos T3 (cascarilla de arroz) y T4 (heno) fue donde apareció la primera flor (inflorescencia) cuyas medias fueron de 42,40 y 43,60 días; y el T5 (testigo) con una media de 51,20 días siendo el último tratamiento. En días a la floración (final) se presentaron cuatro rangos de significación estadística, el primero fue el T3 (cascarilla de arroz), con una media de 49,60 días y el T5 (testigo) fue el último con una media de 58,40 días.

**Figura 6: Medias en la variable Días a la floración**



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 6 en los días a la floración inicial y final se cumplió el siguiente patrón de tratamientos: T3, T4, T2, T1 y T5 donde el mejor tratamiento fue el T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de 42,40 y 49,60 días esto se debe a que la cascarilla de arroz tiene un alto contenido de silicio, ya que ayuda a la planta a absorber otros nutrientes, lo que incide en la estimulación temprana de la floración de los cultivos (Broadbent, 2021). Incluso, esta variedad inicia a los 45 a 55 días de floración ya que es una variedad precoz (Jácome, 2015). También, el T4 (heno) con el primer rango con una media de 43,60. Guzmán (2010) en su trabajo de investigación fue evaluar distintas etapas de desarrollo en el melón (*Cucumis melo* L.) con acolchado y sin acolchar (testigo), se encontró que la floración se adelantó 8 días con respecto al testigo, esto quiere decir que el acolchado orgánico favorece en el desarrollo y precocidad del cultivo.

El último lugar fue el T5 (testigo) cuyas medias fueron de: 51,20 y 58,40 días; tal como afirma Guzmán (2010) que sin acolchado (mulch) esto no favorece a la protección de humedad, temperatura del suelo, para el aporte de nutrientes, por ende, la baja estimulación de la floración.

#### **10.1.5 Días al envainamiento.**

Días al envainamiento en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 22: ADEVA para la variable Días al envainamiento**

F.V.	Días al envainamiento (inicio)					Días al envainamiento (final)						
	SC	gl	CM	F	p-valor	SC	gl	CM	F	p-valor		
<b>Trat.</b>	289,04	4	72,26	16,02	0,0001	**	329,2	4	82,3	19,83	0,0001	**
<b>Bloques</b>	13,04	4	3,26	0,72	0,5889	ns	14,4	4	3,60	0,87	0,5045	ns
<b>Error</b>	72,16	16	4,51				66,4	16	4,15			
<b>Total</b>	374,24	24					410	24				
<b>CV (%)</b>			4,12						3,46			

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 22 se detectó una alta diferencia significativa estadística al 5% solo en la fuente de tratamientos con un valor de 0,0001 tanto en días al envainamiento inicio y final cuyos coeficientes de variación fueron del: 4,12% y 3,46%. Este dato se tomó desde el trasplante hasta la aparición de la primera vaina hasta la última.

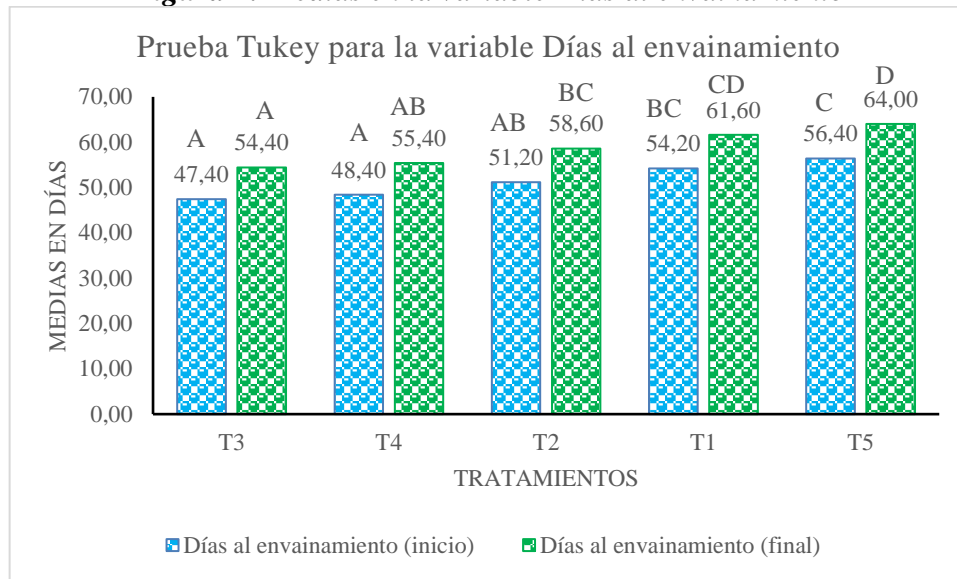
**Tabla 23: Prueba de Tukey al 5% para la variable Días al envainamiento**

Tratamientos	Días al envainamiento (inicio)		Días al envainamiento (final)	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	47,40	A	54,40	A
<b>T4</b> (heno)	48,40	A	55,40	A B
<b>T2</b> (sigse)	51,20	A B	58,60	B C
<b>T1</b> (carbón)	54,20	B C	61,60	C D
<b>T5</b> (testigo)	56,40	C	64,00	D

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 23, se realizó la prueba Tukey al 5% donde la variable días al envainamiento (inicio) obtuvo tres rangos en la que el T3 (cascarilla de arroz) y T4 (heno) fue donde apareció la primera vaina cuyas medias fueron de 47,40 y 48,40 días; y el T5 (testigo) con una media de 56,40 días siendo el último tratamiento. En días al envainamiento (final) se obtuvo cuatro rangos de significación estadística, el que obtuvo el mayor resultado fue el T3 (cascarilla de arroz) ya que fue el tratamiento donde se completó los días al envainamiento con una media de 54,40 días y el T5 (testigo) fue el último ya que en este se demoró en terminar la etapa de días al envainamiento con una media de 64 días.

**Figura 7: Medias en la variable Días al envainamiento**



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 7 en los días al envainamiento inicial y final se cumplió el siguiente patrón de tratamientos: T3, T4, T2, T1 y T5 donde los mejores tratamientos fue el T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de 47,40 y 54,40 días. Telenchana, (2018) indica que, debido al alto contenido de silicio, el material proporciona a las plántulas los nutrientes suficientes (filtración de nutrientes) para mejorar las condiciones de desarrollo, ya que representa una baja degradación de este material y, por lo tanto, conduce a una fructificación precoz.

Además, la formación y el desarrollo de las vainas se inicia a los 8 ó 10 días de aparecidas las flores ya que esta variedad es precoz (Narváez, 2005).

El T5 (testigo) fue el que menor resultado tuvo cuyas medias fueron de: 56,40 y 64 días, esto reafirma lo que Guzmán (2010) indicó que al no poseer mulch presenta un comportamiento tardío en envainamiento ya que demostró que con el mulch se adelantó en días a la floración con respecto al testigo.

#### **10.1.6 Días a la cosecha en verde.**

Días a la cosecha en verde en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 24: ADEVA para la variable Días a la cosecha en verde**

F.V.	Días a la cosecha en verde (inicio)					Días a la cosecha en verde (final)						
	SC	gl	CM	F	p-valor	SC	gl	CM	F	p-valor		
<b>Trat.</b>	289,04	4	72,26	16,02	0,0001	**	244,64	4	61,16	20,66	0,0001	**
<b>Bloques</b>	13,04	4	3,26	0,72	0,5889	ns	17,04	4	4,26	1,44	0,2666	ns
<b>Error</b>	72,16	16	4,51				47,36	16	2,96			
<b>Total</b>	374,24	24					309,04	24				
<b>CV (%)</b>			3,01						2,02			

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 24, se observó una alta diferencia significativa estadística al 5% solo en la fuente de tratamientos con un valor de 0,0001 tanto en días a la cosecha en verde inicio y final cuyos coeficientes de variación fueron del: 3,01% y 2,02%, dado que este dato se lo tomó desde el trasplante hasta la aparición del primer abultamiento de grano hasta el último.

**Tabla 25: Prueba de Tukey al 5% para la variable Días a la cosecha en verde**

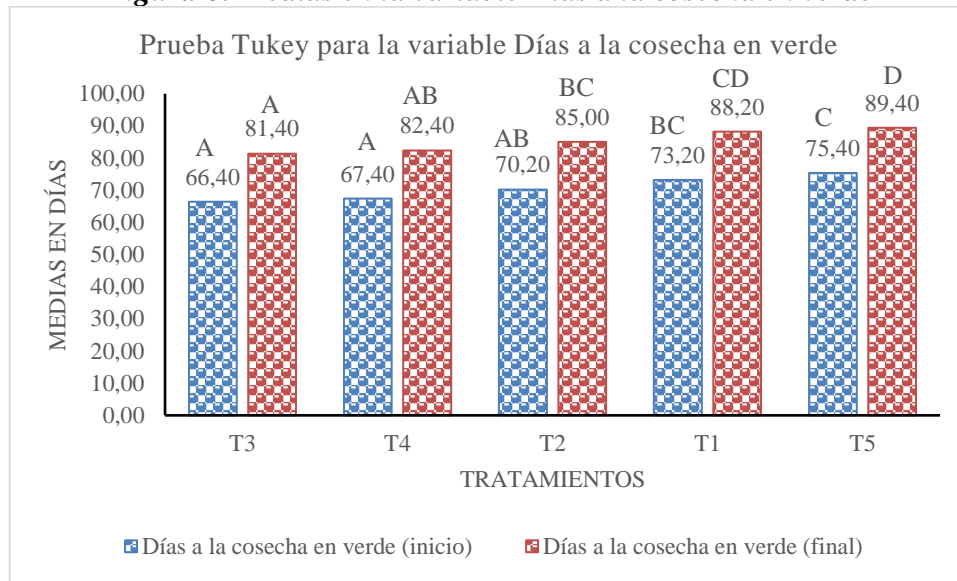
Tratamientos	Días a la cosecha en verde (inicio)		Días a la cosecha en verde (final)	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	66,40	A	81,40	A
<b>T4</b> (heno)	67,40	A	82,40	A B
<b>T2</b> (sigse)	70,20	A B	85,00	B C
<b>T1</b> (carbón)	73,20	B C	88,20	C D
<b>T5</b> (testigo)	75,40	C	89,40	D

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 25, se realizó la prueba Tukey al 5% donde la variable días a la cosecha en verde (inicio) obtuvo tres rangos en la que el T3 (cascarilla de arroz) y T4 (heno) fue donde se hizo la primera parte de la cosecha cuyas medias fueron de 66,40 y 67,40 días ubicándose en el primer rango y el T5 (testigo) con una media de 75,40 días siendo el último tratamiento. En días a la cosecha en verde (final) se obtuvo cuatro rangos de significación estadística, el que obtuvo el mayor resultado fue el T3 (cascarilla de arroz) ya que fue el tratamiento donde se completó los días a la cosecha en verde con una media de 81,40 días y el T5 (testigo) fue el último ya que en este se demoró en terminar la etapa de días a la cosecha en verde con una media de 89,40 días.



**Figura 8: Medias en la variable Días a la cosecha en verde**



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 8 en los días a la cosecha en verde inicial y final se cumplió el siguiente patrón de tratamientos: T3, T4, T2, T1 y T5 donde los mejores tratamientos fue el T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de 66,40 y 81,40 días. Reafirmando lo expuesto por Broadbent (2021) la tendencia observada en el comportamiento de la cascarilla de arroz para la variable días a la floración se mantuvo en la variable días a la cosecha en verde, seguido se encuentra el T4 (heno) con una media de 67,40 días donde tiene relación con días a la floración y Guzmán (2010) concluye que este material contribuye a la precocidad del cultivo ya que el fruto no tiene contacto directo con el suelo. En el último lugar obtenido fue el T5 (testigo) cuyas medias fueron de: 75,40 y 89,40 días.

El inicio de la cosecha en verde con residuos vegetales (mulch) puede adelantarse ya que este tiene como ventaja la inducción de precocidad en los cultivos debido al calentamiento del suelo, especialmente con variedades tempranas, mientras que en el suelo desnudo comienza después (Zribi, 2013).

#### 10.1.7 Peso de vaina verde.

Peso de vaina verde en kg en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 26: ADEVA para la variable Peso de vaina verde**

Peso de vaina verde P/total						Peso de vaina verde P/neta					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	SC	gl	CM	F	p-valor	
<b>Trat.</b>	46,28	4	11,57	40,61	0,0001 **	3,3	4	0,82	32,26	0,0001 **	
<b>Bloques</b>	3,2	4	0,88	3,09	0,0459 *	0,19	4	0,05	1,84	0,1700 ns	
<b>Error</b>	3,53	16	0,28			0,41	16	0,03			
<b>Total</b>	54,37	24				3,89	24				
<b>CV (%)</b>			17,37					21,51			

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

El análisis de varianza, tabla 26, indicó una alta diferencia significativa al 5% para tratamientos con un valor de 0,0001 tanto en peso de vaina verde parcela total y parcela neta. El coeficiente de variación en peso de vaina verde P/total fue de 17,37% y el peso de vaina verde P/neta fue de 21,51%, estos datos se los tomó con una balanza expresada en kg.

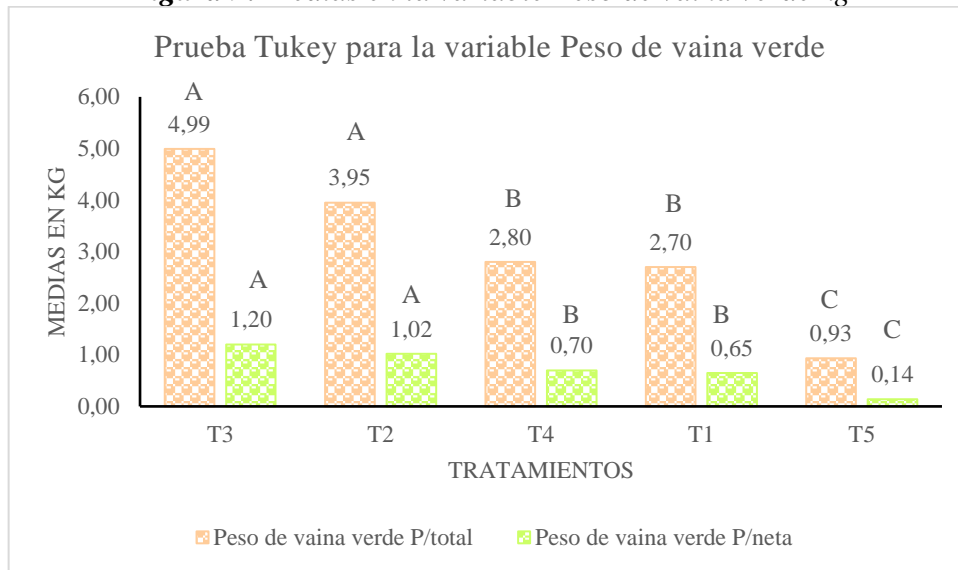
**Tabla 27: Prueba de Tukey al 5% para la variable Peso de vaina verde**

Peso de vaina verde P/total			Peso de vaina verde P/neta		
Tratamientos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	4,99	A	1,20	A	
<b>T2</b> (sigse)	3,95	A	1,02	A	
<b>T4</b> (heno)	2,80	B	0,70	B	
<b>T1</b> (carbón)	2,70	B	0,65	B	
<b>T5</b> (testigo)	0,93	C	0,14	C	

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 27, se realizó la prueba Tukey al 5% donde la variable peso de vaina verde parcela total y parcela neta obtuvieron dos rangos de significancia estadística en la que el T3 (cascarilla de arroz) y T2 (sigse) están en el primer rango A. En peso de vaina verde P/total el T3 (cascarilla de arroz) y T2 (sigse) cuyas medias fueron 4,99 y 3,95 kg; estos fueron los mejores tratamientos en cuanto a peso. Y el último lugar fue el T5 (testigo) con una media de 0,93 kg. En peso de vaina verde P/neta los tratamientos que estuvieron en el primer rango fueron T3 (cascarilla de arroz) y T2 (sigse) cuyas medias fueron 1,20 y 1,02 kg en peso. Y en el último rango se ubicó el T5 (testigo) con una media de 0,14 kg.

**Figura 9:** Medias en la variable Peso de vaina verde kg



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 9 en peso de vaina verde parcela total y parcela neta se cumplió el siguiente patrón de tratamientos: T3, T2, T4, T1 y T5 donde los mejores tratamientos fueron el T3 (cascarilla de arroz) y T2 (sigse), donde se observaron que el uso de estos acolchados orgánicos retiene la humedad para que pueda crear un entorno propicio para aumentar el número, rendimiento y el peso de los frutos (Rodríguez, 2007).

Zribi (2013) en su trabajo de titulación “Efectos del acolchado sobre distintos parámetros del suelo y de la nectarina en riego por goteo” concluye que la eficiencia en el uso del agua, el rendimiento y los carbohidratos solubles en los frutos fueron significativamente mayores en el suelo con mulch que en el suelo desnudo (testigo).

Por último, el tratamiento con menos peso de vaina verde tanto en parcela total como en parcela neta fue el T5 (testigo) ubicándose en el último rango con una media de 0,93 y 0,14 kg.

### 10.1.8 Número de vainas.

Número de vaina en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 28: ADEVA para la variable Número de vainas**

F.V.	gl	Número de vainas			
		P/total p-valor	P/neta p-valor		
<b>Trat.</b>	4	0,0001	**	0,0001	**
<b>Bloques</b>	4	0,0446	*	0,0900	ns
<b>Error</b>	16				
<b>Total</b>	24				
<b>CV (%)</b>		17,32		17,08	

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

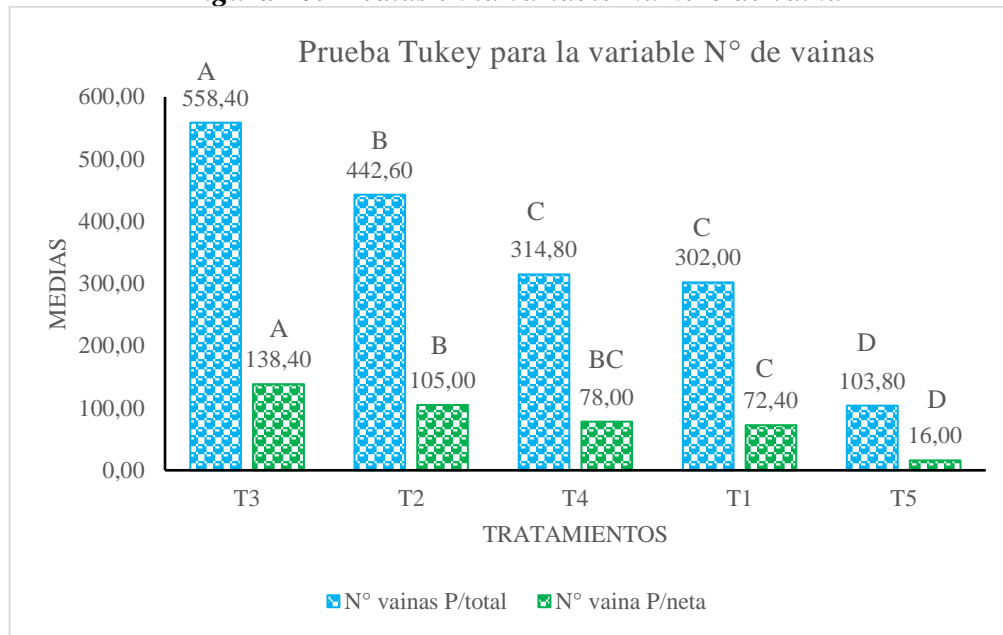
En la tabla 28 en la variable número de vainas parcela total y parcela neta se obtuvo una alta significancia estadística en tratamientos donde el p-valor fue del: 0,0001. Dado así, los coeficientes de variación tanto de parcela total y parcela neta fueron del 17,32% y 17,08% tomando en cuenta que esta toma de datos se tomó de forma manual haciendo el conteo de vainas de cada unidad experimental.

**Tabla 29: Prueba de Tukey al 5% para la variable Número de vainas**

Tratamientos	N° de vaina P/total		N° de vaina P/neta	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	558,40	A	138,40	A
<b>T2</b> (sigse)	442,60	B	105,00	B
<b>T4</b> (heno)	314,80	C	78,00	B C
<b>T1</b> (carbón)	302,00	C	72,40	C
<b>T5</b> (testigo)	103,80	D	16,00	D

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 29, se realizó la prueba Tukey al 5% donde la variable número de vainas parcela total y parcela neta obtuvieron cuatro rangos de significancia estadística donde el mejor tratamiento que obtuvo el primer rango A fue el T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron de: 558,40 y 138,40, dejando al T5 (testigo) en el último rango D con medias de: 103,80 y 16.

**Figura 10: Medias en la variable Número de vaina**

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 10 en la variable número de vainas parcela total y parcela neta se cumplió el siguiente patrón de tratamientos: T3, T2, T4, T1 y T5. En el número de vainas parcela total y parcela neta el mejor tratamiento fue el T3 (cascarilla de arroz) cuyas medias fueron del: 558,40 y 138,40 donde Matute (2020) menciona que el uso de cascarilla de arroz como mulch favoreció en el aumento de número frutos ya que tuvo un impacto crucial en la productividad. Y en el último rango D se tuvo al T5 (testigo) con medias de: 103,80 y 16; Rodríguez (2007) sostiene que en los mulch orgánicos se ve resultados significativamente mayores que los obtenidos en suelo descubierto (testigo), en los resultados se determinó que el testigo fue el último. Como afirma Hernández (2014) que la técnica de acolchados ha mejorado la calidad y la cantidad de producción, también ha ahorrado agua en el suelo, ya que estos materiales se utilizan para la protección y creación de pequeños enclaves de suelo en regeneración.

### 10.1.9 Longitud de vaina y N° de grano por vaina

Longitud de vaina (cm) y número de grano por vaina en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 30:** ADEVA para la variable Longitud de vaina y N° de grano por vaina

F.V.	Longitud de vaina (cm)					N° de grano						
	SC	gl	CM	F	p-valor	SC	gl	CM	F	p-valor		
<b>Trat.</b>	9,67	4	2,42	4,62	0,0114	*	11,8	4	2,95	4,55	0,0121	*
<b>Bloques</b>	1,90	4	0,47	0,91	0,4836	ns	4,41	4	1,10	1,70	0,1989	ns
<b>Error</b>	8,38	16	0,52				10,37	16	0,65			
<b>Total</b>	19,95	24					26,58	24				
<b>CV (%)</b>			7,23						13,63			

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 30 en la variable longitud de vaina y número de grano se obtuvo una significancia estadística en tratamientos cuyos valores de p-valor fueron de: 0,0114 y 0,0121, dando los coeficientes de variación del 7,23% y 13,63% tomando en cuenta que la variable longitud de vaina se tomó de forma manual con la ayuda de un flexómetro en medida de cm y en la variable número de grano se contabilizó el número de granos de las 10 vainas tomadas al azar, las mismas de la variable longitud de vaina.

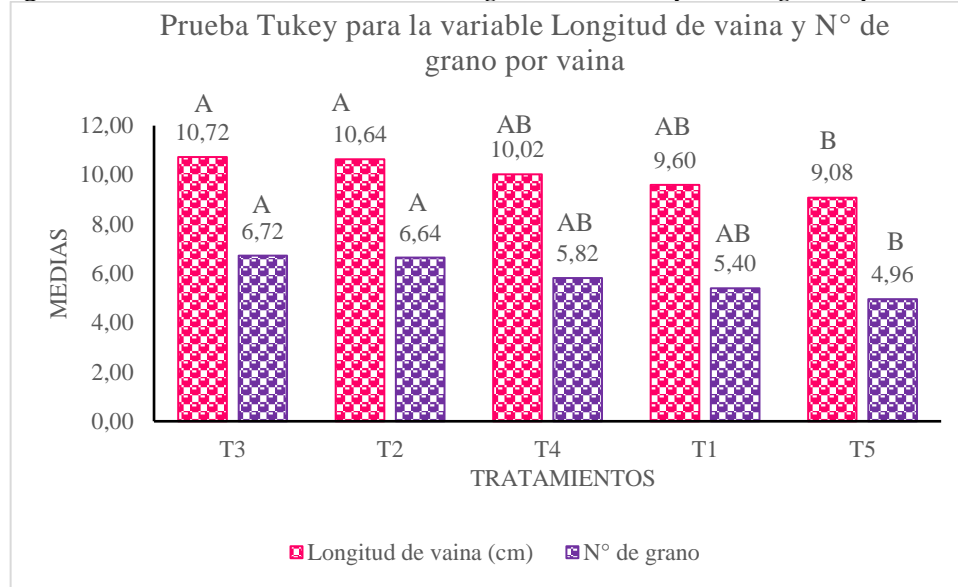
**Tabla 31:** Prueba de Tukey al 5% para la variable Longitud de vaina y N° de grano

Tratamientos	Longitud de vaina (cm)		N° de grano	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	10,72	A	6,72	A
<b>T2</b> (sigse)	10,64	A	6,64	A
<b>T4</b> (heno)	10,02	A B	5,82	A B
<b>T1</b> (carbón)	9,60	A B	5,40	A B
<b>T5</b> (testigo)	9,08	B	4,96	B

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 31, se realizó la prueba Tukey al 5% donde la variable longitud de vaina y número de grano obtuvieron dos rangos de significancia estadística. En la variable longitud de vaina los mejores tratamientos que obtuvieron el primer rango A fueron el T3 (cascarilla de arroz) y T2 (sigse) cuyas medias de 10,72 y 10,64 cm. Y el T5 (testigo) con una media 9,08 cm ubicándose en el último rango B. En número de grano los que obtuvieron el primer rango A, fueron el T3 (cascarilla de arroz) y T2 (sigse) cuyas medias fueron de 6,72 y 6,64 dando como último lugar al T5 (testigo) con una media de 4,96 en número de grano, quedando así en el último rango B.

**Figura 11:** Medias en la variable Longitud de vaina y N° de grano por vaina



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 11 en la variable longitud de vaina y número de grano se cumplió el siguiente patrón de tratamientos: T3, T2, T4, T1 y T5. Tanto en la longitud de vaina y número de granos los mejores tratamientos fueron el T3 (cascarilla de arroz) y T2 (sigse). Tal como Ekinci y Dursun (2009) demostraron que tanto la cascarilla de arroz como sigse regulan la temperatura del suelo y retienen la humedad, por lo que la longitud y la cantidad de granos bajo la cobertura de estos materiales fue significativamente mayor que en el suelo sin mulch (testigo).

En el último rango B, tanto en longitud de vaina como número de grano se encuentra el T5 (testigo) que para esto se reitera que Rodríguez (2007) reafirma que en los mulch orgánicos se ve mayor resultado que en un suelo desnudo.

#### 10.1.10 Diámetro del grano.

Diámetro del grano en mm en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 32:** ADEVA para la variable Diámetro del grano

Diámetro del grano (mm)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
<b>Tratamientos</b>	0,92	4	0,23	0,97	0,4492	ns
<b>Bloques</b>	0,52	4	0,13	0,54	0,7067	ns
<b>Error</b>	3,80	16	0,24			
<b>Total</b>	5,24	24				
<b>CV (%)</b>			4,69			

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la variable diámetro del grano, tabla 32, no existió significancia estadística en tratamientos ya que el p-valor de 0,7067 fue mayor al 0,05; cuyo coeficiente de variación fue de 4,69% tomando en cuenta que la variable diámetro del grano se tomó de forma manual con la ayuda de un calibrador en medida de mm.

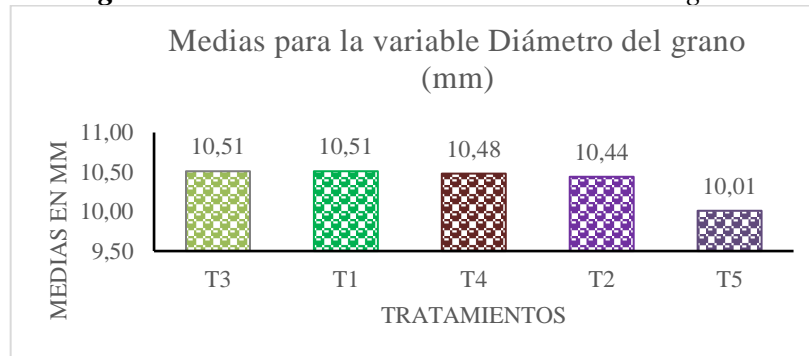
**Tabla 33: Medias para la variable Diámetro del grano**

Diámetro del grano (mm)	
Tratamientos	Medias
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	10,51
<b>T1</b> (carbón)	10,51
<b>T4</b> (heno)	10,48
<b>T2</b> (sigse)	10,44
<b>T5</b> (testigo)	10,01

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 33, se realizó las medias en donde la variable diámetro del grano la mejor media matemática fue T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) con 10,51 mm. Y el último fue el T5 (testigo) con una media de 10,01.

**Figura 12: Medias en la variable Diámetro del grano**



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 12 los mejores tratamientos en cuanto a diámetro del grano en mm se conforman con el siguiente orden: T3, T1, T4, T2 y T5 es decir no existe diferencia significativa estadísticamente hablando entre aplicar estos tratamientos (mulch) pero si existieron diferencias numéricas, demostrando que el T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) tuvieron ventaja con 10,51 mm frente a los mulch T4 (heno), T2 (sigse) incluido el testigo con 10,48; 10,44 y 10,01 mm en diámetro del grano. De igual modo, Acosta (2022) demostró que al evaluar la influencia del mulch orgánico en los cultivos no influye en el calibre del fruto, por ende, no se evidenciaron diferencias significativas estadísticamente para el diámetro del fruto.



### 10.1.11 Peso del grano.

Peso del grano en gr en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 34:** ADEVA para la variable Peso del grano

Peso del grano (gr)						
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	
<b>Tratamientos</b>	958634,25	4	239658,56	25,04	0,0001	**
<b>Bloques</b>	94069,53	4	23517,38	5,07	0,0078	**
<b>Error</b>	74170,95	16	4635,68			
<b>Total</b>	1126874,72	24				
<b>CV (%)</b>			14,09			

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

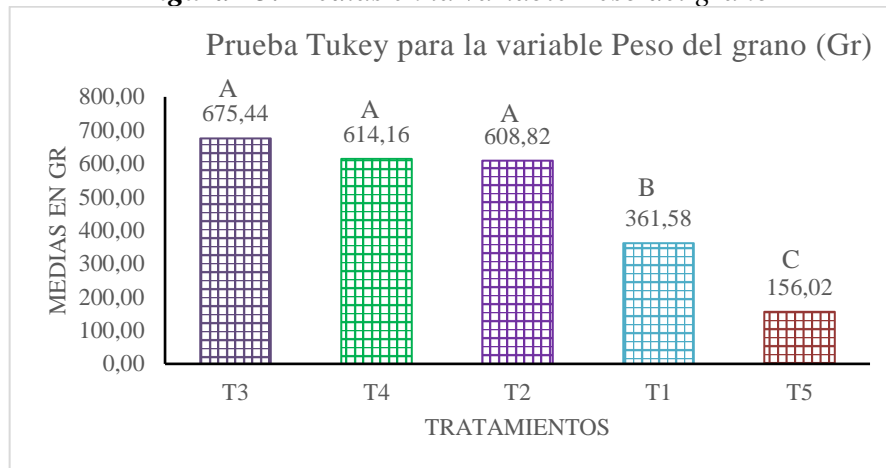
En la tabla 34, se presentó una alta significancia estadística en tratamientos donde el p-valor fue de 0,0001, dando así un coeficiente de variación de 14,09% tomando en cuenta que la variable peso del grano se tomó de forma manual con la ayuda de una balanza digital en medida de gr en cada unidad experimental.

**Tabla 35:** Prueba de Tukey al 5% para la variable Peso del grano

Peso del grano (gr)			
Tratamientos	Medias	Rango	
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	675,44	A	
<b>T4</b> (heno)	614,16	A	
<b>T2</b> (sigse)	608,82	A	
<b>T1</b> (carbón)	361,58	B	
<b>T5</b> (testigo)	156,02	C	

**Elaborado por:** (Leica 2023)

En la tabla 35, se realizó la prueba Tukey al 5% donde la variable peso del grano obtuvo tres rangos de significancia estadística. Los mejores tratamientos en cuanto a peso del grano, están presentando los tratamientos que conforman el rango A, siendo estos T3 (cascarilla de arroz), T4 (heno) y T2 (sigse) cuyas medias fueron de: 675,44; 614,16 y 608,82 gr. Es decir, no existe diferencia significativa estadísticamente hablando entre usar el T3, T4 y T2. En el rango B se encuentra el tratamiento T1 (carbón) con una media de 361,58 gr y en el último rango C fue el T5 (testigo) con una media de 156,02 gr.

**Figura 13: Medias en la variable Peso del grano**

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 13 los mejores tratamientos en cuanto a peso del grano en gr los están presentando los tratamientos que conforman el rango A con el siguiente orden: T3, T4 y T2 es decir no existe diferencia significativa estadísticamente hablando entre aplicar estos tratamientos (mulch) pero si hubo una diferencia numérica entre el T3 (cascarilla de arroz) con los tratamientos T4 (heno) y T2 (sigse).

En el rango B se obtuvo al tratamiento T1 (carbón) dando en último rango C al T5 (testigo) con una media de 156,02 gr.

Suárez (2019) comprobó que el ambiente de estos acolchados es favorable ya que alcanzaron el mayor peso de grano, pero no hubo diferencia significativa entre estos, esto significa que los tratamientos con cascarilla de arroz, heno y sigse superaron al acolchado de color negro (carbón) y al suelo desnudo (testigo).

#### 10.1.12 Diversidad de arvenses.

Diversidad de arvenses en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 36: ADEVA para la variable Diversidad de arvenses**

F.V.	gl	30 días p-valor	60 días p-valor	90 días p-valor
<b>Tratamientos</b>	4	0,0494 *	0,0513 *	0,0078 **
<b>Bloques</b>	4	0,2566 ns	0,2682 ns	0,1665 ns
<b>Error</b>	16			
<b>Total</b>	24			
<b>CV (%)</b>		22,30	22,86	19,40

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 36 se visualizó presencia de vegetación espontánea (arvenses), a los 30 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 60 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 90 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 37: Prueba de Tukey al 5% para la variable Diversidad de arvenses**

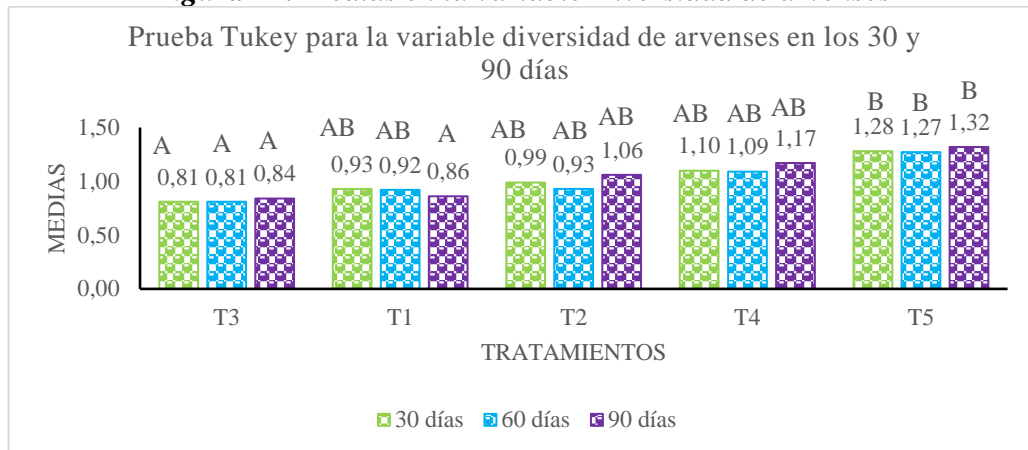
Tratamientos	30 días		60 días		90 días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
<b>T3</b> (cascarilla de arroz)	0,81	A	0,81	A	0,84	A
<b>T1</b> (carbón)	0,93	A B	0,92	A B	0,86	A
<b>T2</b> (sigse)	0,99	A B	0,93	A B	1,06	A B
<b>T4</b> (heno)	1,10	A B	1,09	A B	1,17	A B
<b>T5</b> (testigo)	1,28	B	1,27	B	1,32	B

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 37 de la prueba de Tukey se observa que a los 30, 60 y 90 días tiene dos rangos. A los 30 y 60 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 90 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.

**Figura 14: Medias en la variable Diversidad de arvenses**



**Elaborado por:** (Leica 2023)

Como podemos observar en la figura 14, la diversidad de arvenses a los 30 y 60 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. Afirmando 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 Armijos (2022) 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 Caguana (2022) concluye que el tratamiento T5 (testigo) debido a que no contiene mulch orgánico, proporciona un ambiente favorable para el desarrollo de diversidad de arvenses. Appella (2016) menciona que la vegetación espontánea interfiere en el buen desarrollo del cultivo de arveja.

### 10.1.13 Dominancia de arvenses.

Dominancia de arvenses en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

**Tabla 38: ADEVA para la variable Dominancia de arvenses**

F.V.	gl	30 días		60 días		90 días	
		p-valor	*	p-valor	ns	p-valor	ns
<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:** (Leica, 2023)

En la tabla 38, a los 30 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 60 y 90 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 arveja.

**Tabla 39: Prueba de Tukey al 5% para la variable Dominancia de arvenses a los 30 días**

30 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:** (Leica, 2023)

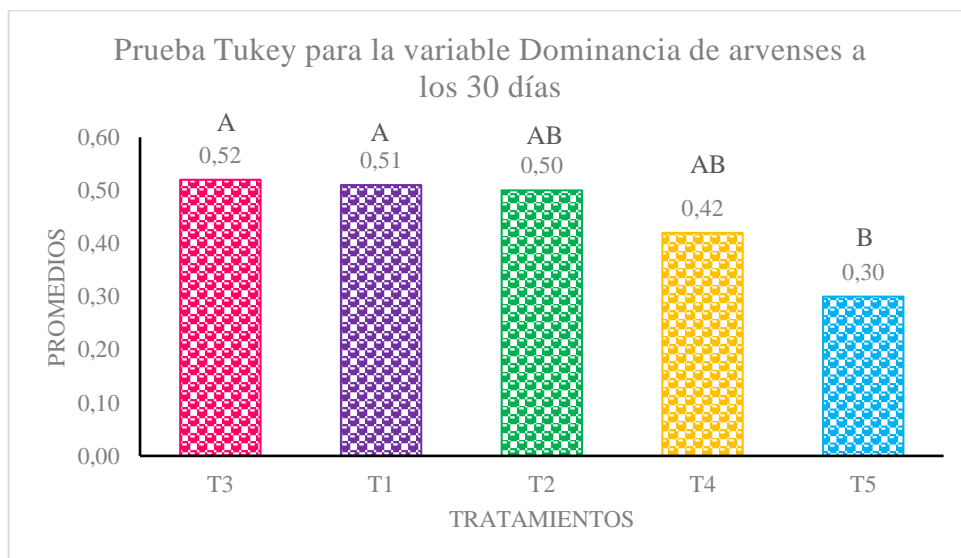
En la tabla 39, a los 30 días se observó significancia estadística encontrándonos con dos rangos, donde el T3 (cascarilla de arroz) y T1 (carbón) hubo una mayor dominancia y menor diversidad de arvenses con unas medias de 0,52 y 0,51 ubicándose en el primer rango A. El último tratamiento fue el T5 (testigo) con una media de 0,30; esto indica que presentó menor dominancia, por ende, mayor diversidad, estando en un rango B.

**Tabla 40:** Medias para la variable Dominancia de arvenses a los 60 y 90 días

		60 días	90 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:** (Leica, 2023)

En la tabla 40 se realizó las medias para la variable dominancia de arvenses, a los 60 y 90 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.

**Figura 15:** Medias en la variable Dominancia de arvenses a los 30 días

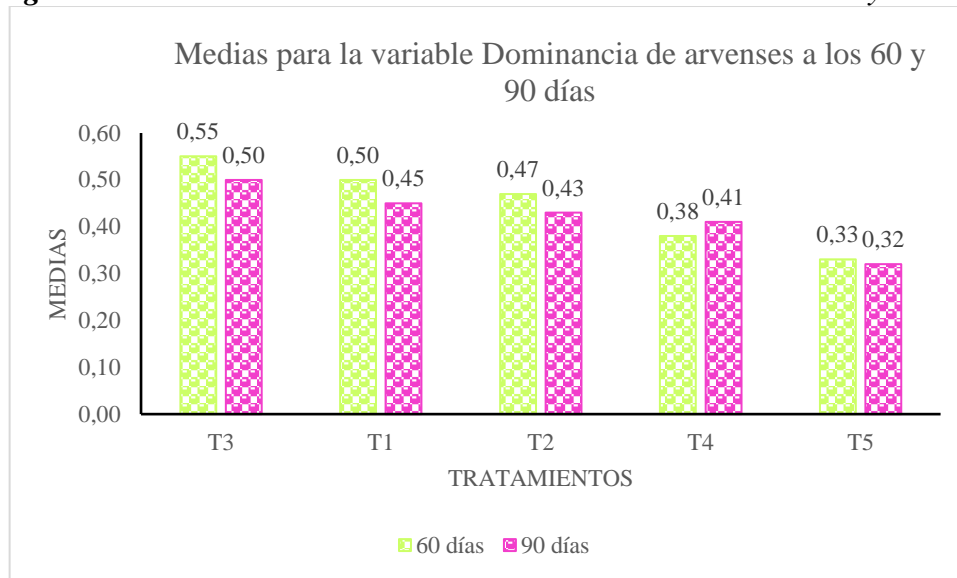
**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 15, 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, Ramírez (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 (Falcones, 2019).

**Figura 16:** Medias en la variable Dominancia de arvenses a los 60 y 90 días



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

Dentro de la variable dominancia de arvenses tomadas en cuenta a los 60 y 90 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 60 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 Caguana (2022) 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.

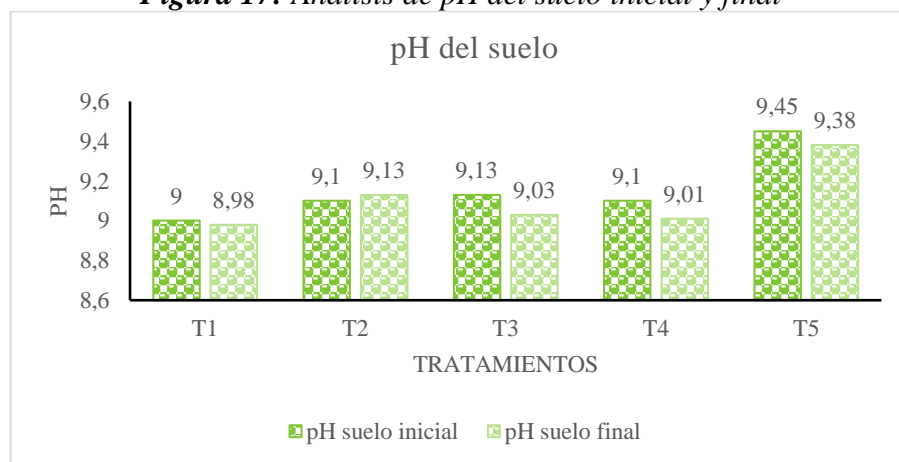
### 10.1.14 Características químicas del suelo.

Características químicas del suelo en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* 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.

#### 10.1.14.1 pH del suelo.

**Figura 17:** Análisis de pH del suelo inicial y final



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 17, con la entrega de los análisis se puede evidenciar que durante el proceso que se ha ido manejando se observó que el tratamiento T3 (cascarilla de arroz) ha logrado reducir el pH final de 9,03 el cual marca la diferencia de 0,1% con el inicial de 9,13; tal como Quiceno y Mosquera (2010) afirman que la cascarilla de arroz ayuda a reducir la fluctuación del pH del suelo que se genera de la constante utilización en el suelo para los cultivos.

Por otra parte, el T1 (carbón) que a pesar de que no presente una disminución de pH alto teniendo un inicial de 9 y un final de 8,98 el cual se puede determinar que es factible el uso del mismo. En último lugar se tiene al T5 (testigo) que a pesar de que no represente un descenso de pH alto en cuanto al análisis inicial 9,45 y final 9,38; donde Caguana (2022) menciona que no contenía mulch orgánico y su efecto por reducir el pH dependía del manejo del cultivo ya que en todos los tratamientos se aplicó la misma cantidad de abono de fondo.

En suelos alcalinos, el mantenimiento del suelo con especial atención al aumento de la materia orgánica, al uso de mulch orgánicos y, si es posible, el riego frecuente pero ligero y como en el



caso de los cultivos implantados ayudan a recuperar las condiciones del suelo, lo que también contribuye a una mejora gradual de pH ya que este tiende a mejorar la capacidad del mismo (Hinojosa, et al., 2016).

Además, Lucero (2019) comprobó que la aplicación de acolchados orgánicos reforzado con abono de fondo difirió significativamente de los valores iniciales, y al final de la siembra el valor de pH disminuyó, ya que la diferencia de pH entre el inicio del experimento y el final fue de alrededor de 0.3 unidades, es decir, una disminución de pH es una consecuencia típica del desarrollo del cultivo, ya que se ha demostrado que tanto la aplicación del acolchado como el refuerzo del abono orgánico contribuyen al mejoramiento del suelo.

#### 10.1.14.2 Macronutrientes del suelo.

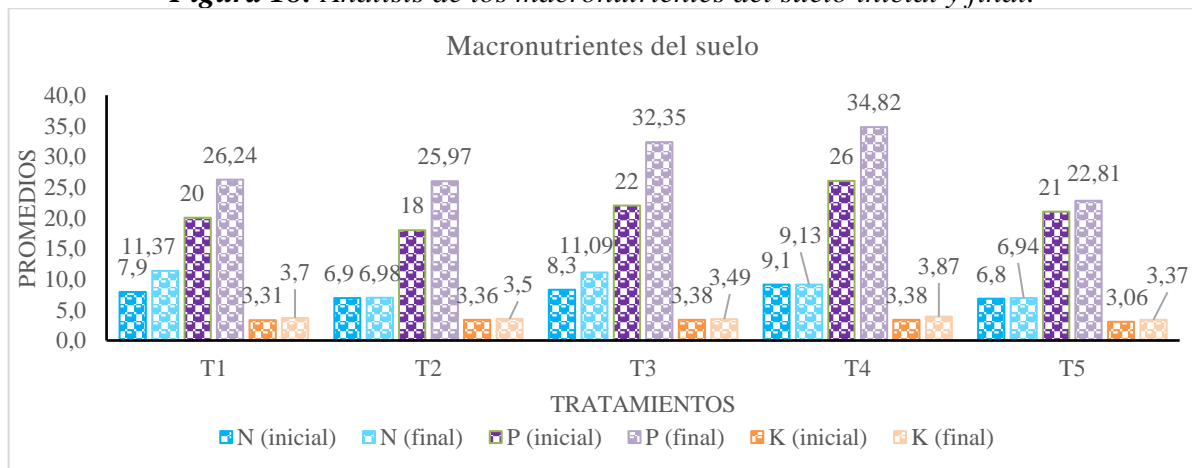
Transcurrido los 90 días de la investigación, tiempo en la cual se incorporó los cuatro tipos mulch orgánico aplicadas en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) incluido al testigo, se realizó la respectiva interpretación de resultados entre: la comparación del análisis de suelo inicial y final ocasionada por cada mulch orgánico según los macronutrientes del suelo.

**Tabla 41:** Resultado inicial y final de macronutrientes del suelo

Análisis	N (inicial)	N (final)	P (inicial)	P (final)	K (inicial)	K (final)
<b>T1 (carbón)</b>	7,9	11,37	20	26,24	3,31	3,7
<b>T2 (sigse)</b>	6,9	6,98	18	25,97	3,36	3,5
<b>T3 (cascarilla de arroz)</b>	8,3	11,09	22	32,35	3,38	3,49
<b>T4 (heno)</b>	9,1	9,13	26	34,82	3,38	3,87
<b>T5 (testigo)</b>	6,8	6,94	21	22,81	3,06	3,37

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

**Figura 18:** Análisis de los macronutrientes del suelo inicial y final.



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 18, 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 T1 (carbón) donde se incrementó el elemento de N con un análisis inicial de 7,9 ppm y el final de 11,37 ppm subiendo un 3,5 ppm donde Villamagua et al., (2008) afirman que con la aplicación de carbón incrementó el contenido de nitrógeno de 13 a 69 ug/ml en todos los tratamientos debido a que el mulch de carbón interfiere en la capacidad del suelo para aumentar el nitrógeno, acelerando la transformación de este en corto plazo, y aumentando así la biodisponibilidad para las plantas.

El cultivo de arveja desempeña un papel como mejorador de las condiciones del suelo por su aporte de nitrógeno a este, es decir posiblemente mejoró el estatus del nitrógeno en el suelo mediante su capacidad fijadora del mismo (Quiroz y Mulas, 2005).

En el elemento P se evidencia un aumento de este en el T3 (cascarilla de arroz) el cual posee en su análisis inicial un 22 ppm estando en un rango medio y su análisis final de 32,35 ppm subiendo a un rango alto. Mondragón et al., (2021) señalan que el fósforo en suelos alcalinos se inactiva fácilmente, dejando poco en el suelo, sin embargo, la cascarilla de arroz como mulch aviva los suelos pesados lo que contribuye a un mejor desarrollo del sistema radicular y, por lo tanto, incrementa el nivel de fósforo disponible en el suelo.

Por último, los resultados de K según los análisis presentados por el INIAP son altos a pesar de su reducción, el tratamiento que tuvo mayor resultado fue el T4 (heno) con un valor de 3,38 a 3,87 meq/100g; sin embargo, al poseer un pH alcalino, es decir los niveles de calcio son con frecuencia muy altos, por ende, reduce la absorción de potasio en las plantas e incluso cuando hay suficiente cantidad en el suelo (Ribó, 2004).

El T5 (testigo) fue el que menor valor obtuvo en N (6,94 ppm); P (22,81 ppm) y K (3,37 meq/100g). Fernández (2007) deduce que cuando las plantas se desarrollan en el suelo sin mulch, solo una pequeña cantidad de NPK entra en contacto con la superficie de la raíz, se absorbe rápidamente y debe reemplazarse para garantizar el desarrollo normal de las plantas.

Al aplicar abono de fondo en todos los tratamientos, se puede decir que el abono orgánico pudo haber aportado elementos esenciales para el desarrollo de las plantas (Turney y Menge, 1994).

### 10.1.14.3 Mesonutrientes del suelo.

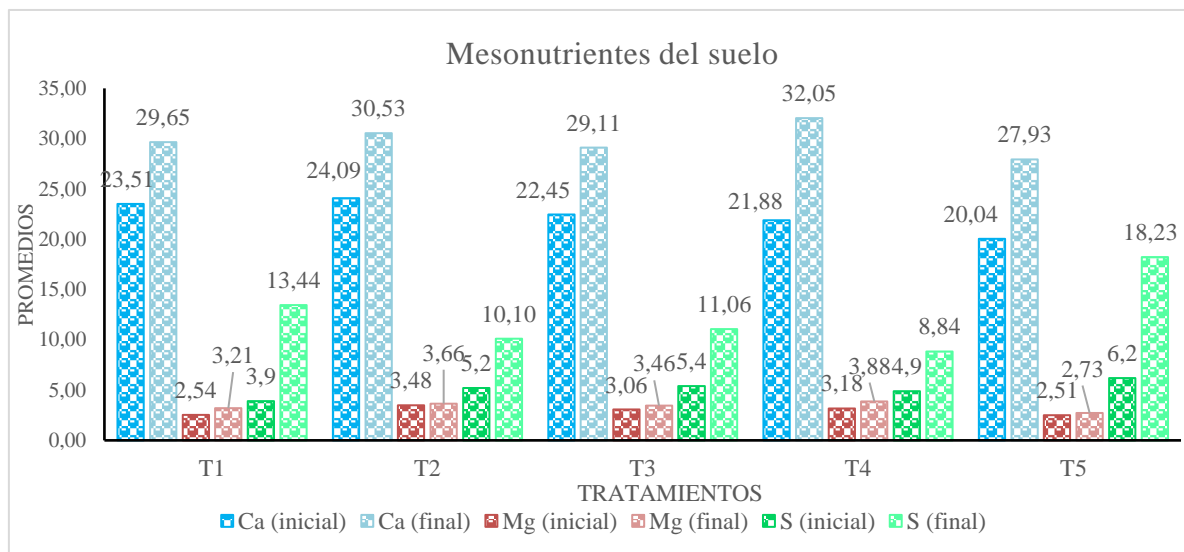
Transcurrido los 90 días de la investigación, tiempo en la cual se incorporó los cuatro tipos mulch orgánico aplicadas en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) incluido al testigo, se realizó la respectiva interpretación de resultados entre: la comparación del análisis de suelo inicial y final ocasionada por cada mulch orgánico según los mesonutrientes del suelo.

**Tabla 42:** Resultado inicial y final de mesonutrientes del suelo

Análisis	Ca (inicial)	Ca (final)	Mg (inicial)	Mg (final)	S (inicial)	S (final)
<b>T1 (carbón)</b>	23,51	29,65	2,54	3,21	3,9	13,44
<b>T2 (sigse)</b>	24,09	30,53	3,48	3,66	5,2	10,10
<b>T3 (cascarilla de arroz)</b>	22,45	29,11	3,06	3,46	5,4	11,06
<b>T4 (heno)</b>	21,88	32,05	3,18	3,88	4,9	8,84
<b>T5 (testigo)</b>	20,04	27,93	2,51	2,73	6,2	18,23

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

**Figura 19:** Análisis de los mesonutrientes del suelo inicial y final.



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 19, se muestra los resultados por el INIAP de los mesonutrientes del suelo que son Ca, Mg y S. En el tratamiento T4 (heno) obtuvo mayor incremento en Ca con un análisis inicial de 21,88 meq/100g y un final de 32,05 meq/100g dio un aumento del 10,17%; tal como Gómez (2014) manifiesta que cuando se usa mulch, esto influye en la capacidad del suelo, y la presencia de un pH alto impide el proceso de liberación de calcio siendo así recomendable la activación de los efectos de la raíz de la planta, por lo tanto, el calcio ha demostrado un eje fundamental tanto en la complicación adsorbente y su influencia sobre la asimilación para la planta.

Respecto al Mg se determinó que existió un aumento en todos los tratamientos, donde el tratamiento que se evidenció más aumento fue el T4 (heno) con un análisis inicial de 3,18 meq/100g y un final de 3,88 meq/100g. Centeno Chiguano, (2019) contribuye que, en suelos de textura fina, y en zonas áridas o semiáridas no provocan carencia de magnesio aquí se encuentra principalmente precipitado en el perfil del suelo y el aporte de materia orgánica aumenta su contenido, por ende, la resistencia de los cultivos y son provechosos en la protección de las raíces. En esta investigación si el Mg presenta valores superiores podría ayudar a estabilizar la relación entre K y Mg.

En el S, el T1 (carbón) posee el valor más alto de azufre con 13,44 ppm. Tal como Salas (2008) afirma que la utilización de mulch y materia orgánica ayuda a elevar los contenidos de mesonutrientes, como el de azufre, ya que el incremento de este nutriente puede aportar en el desarrollo de cultivos, la formación de proteínas, los aminoácidos y la resistencia, además los cambios en los niveles de este nutriente están asociados con la mineralización de la materia orgánica, aplicación de acolchado y el aumento de humedad en el suelo.

Según Ramos et al., (2015) se convierte en dióxido de azufre, y el ácido sulfhídrico que se produce por la mineralización de residuos vegetales y animales en las capas superficiales del suelo, se transforma en sulfato (SO<sub>4</sub>), ya que este proceso de oxidación se utiliza a veces en suelos alcalinos para reducir el pH, eso ratifica para esta investigación en todos los tratamientos presentan valores de medios a bajos en concentraciones pues la presencia de calcio se incrementó en todos los tratamientos.

#### 10.1.14.4 Micronutrientes del suelo.

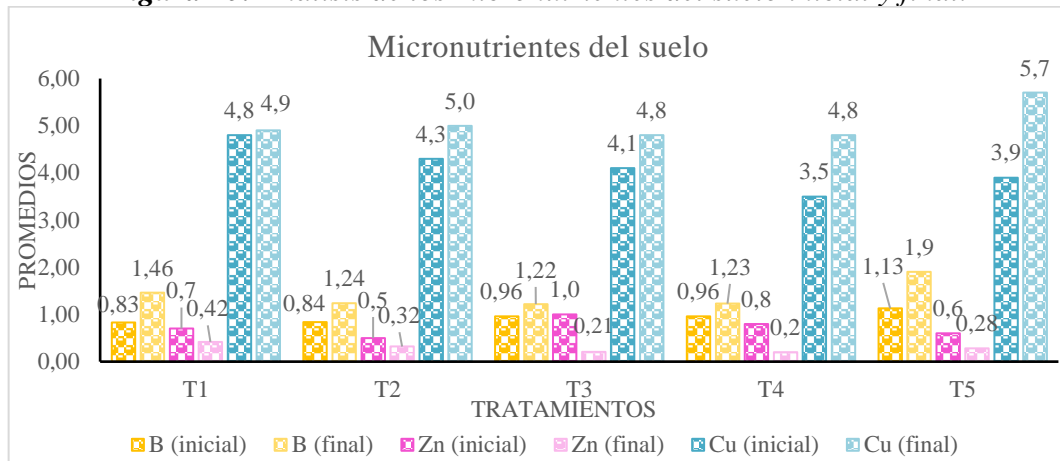
Transcurrido los 90 días de la investigación, tiempo en la cual se incorporó los cuatro tipos mulch orgánico aplicadas en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) incluido al testigo, se realizó la respectiva interpretación de resultados entre: la comparación del análisis de suelo inicial y final ocasionada por cada mulch orgánico según los micronutrientes del suelo.

**Tabla 43:** Resultado inicial y final de micronutrientes del suelo

Análisis		B (inicial)	B (final)	Zn (inicial)	Zn (final)	Cu (inicial)	Cu (final)
T1	(carbón)	0,83	1,46	0,7	0,42	4,8	4,9
T2	(sigse)	0,84	1,24	0,5	0,32	4,3	5,0
T3	(cascarilla de arroz)	0,96	1,22	1,0	0,21	4,1	4,8
T4	(heno)	0,96	1,23	0,8	0,2	3,5	4,8
T5	(testigo)	1,13	1,9	0,6	0,28	3,9	5,7

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

**Figura 20:** Análisis de los micronutrientes del suelo inicial y final.



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

Con los resultados obtenidos por el INIAP se puede observar en la figura 20 a los micronutrientes del suelo B, Zn, Cu, Fe, Mn lo cual se encuentran en un rango medio de concentración. El tratamiento que presentó mayor cantidad de B en el T1 (carbón) con 1,46 ppm. esto se hace relación con el pH del suelo ya que Centeno Chiguano (2019) contribuye que a pH elevado aumenta la absorción y alcanza un máximo en la zona alcalina, como es el caso en el suelo del cultivo de arveja, el aporte de este elemento está atado a la materia orgánica, por ende, es liberado gradualmente por los microorganismos en el caso de la arveja con el aporte de carbón como mulch, el contenido de este micronutriente se eleva.

Los resultados del elemento Zn se redujeron para todos los tratamientos y como se observa el T2 (sigse) posee 0,32 ppm siendo el más bajo incluso en relación con el análisis inicial de 0,5 ppm ya que presenta un pH alto comparado con los demás tratamientos. Donde Roca et al., (2007) concluyen que la materia orgánica y el acolchado en el suelo mejoran la disponibilidad de zinc al formar complejos orgánicos móviles que la planta adsorbe para su crecimiento, sin embargo, su disponibilidad se reduce con altos niveles de fósforo y cobre.

Los valores de Cu para todos los tratamientos aumentaron y se mantienen en un rango alto de concentración esto se hace en relación con el pH del suelo ya que al poseer un pH alto favorecen la clorosis por deficiencia de cobre debido a la baja solubilidad por efecto del suelo alcalino, sin embargo, algunos cultivos como la arveja son tolerantes a suelos básicos (Fertilab, 2021).

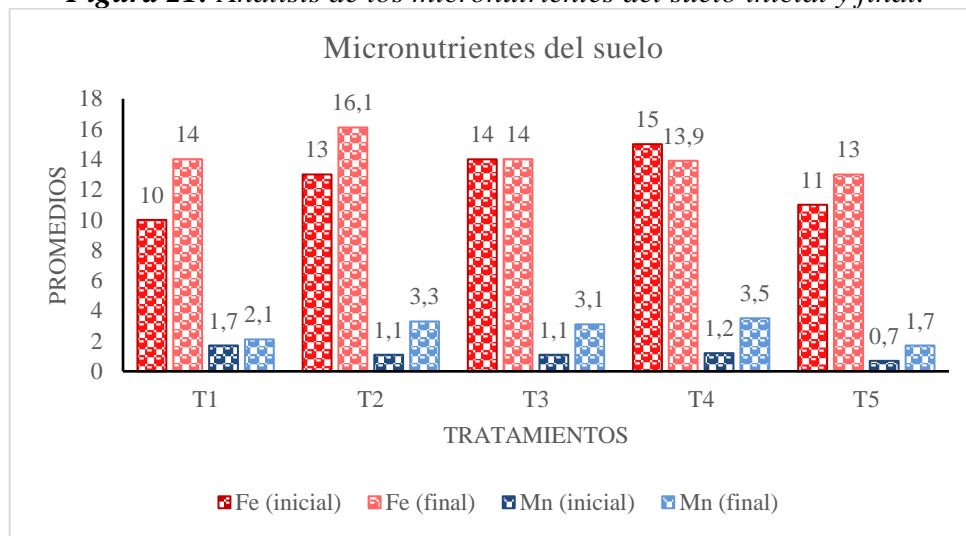
Siguiendo con la tabla 43 20 de los micronutrientes en la tabla 44 se muestra a los elementos Fe y Mn-

**Tabla 44:** Resultado inicial y final de micronutrientes del suelo

	Análisis	Fe (inicial)	Fe (final)	Mn (inicial)	Mn (final)
<b>T1</b>	<b>(carbón)</b>	10	14	1,7	2,1
<b>T2</b>	<b>(sigse)</b>	13	16,1	1,1	3,3
<b>T3</b>	<b>(cascarilla de arroz)</b>	14	14	1,1	3,1
<b>T4</b>	<b>(heno)</b>	15	13,9	1,2	3,5
<b>T5</b>	<b>(testigo)</b>	11	13	0,7	1,7

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

**Figura 21:** Análisis de los micronutrientes del suelo inicial y final.



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

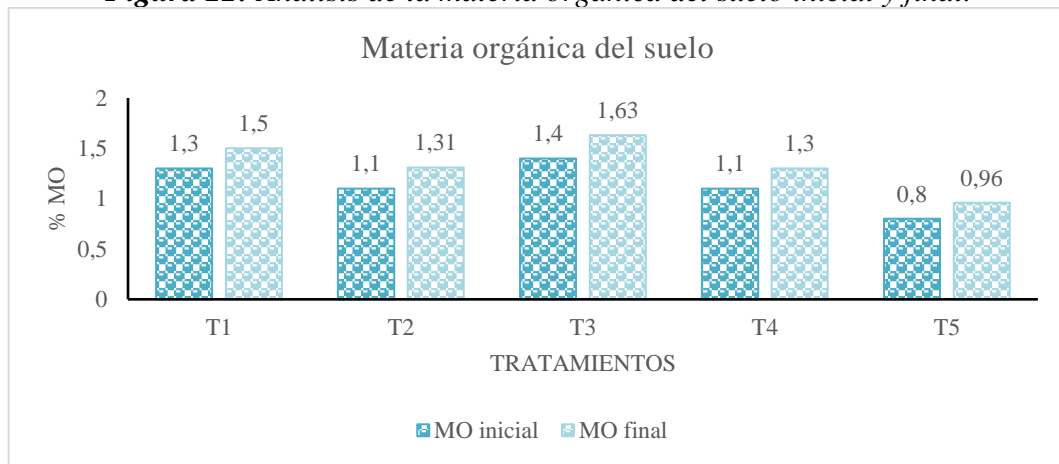
Siguiendo con la figura 20 de los micronutrientes en la figura 21 se muestra a los elementos Fe y Mn. En esta investigación todos los tratamientos presentan bajas concentraciones de hierro sin embargo el T1 (carbón) presentó un aumento de 10 ppm a 14 ppm; tal como Andaluz (2005) afirma que, en suelos alcalinos solo una porción pequeñísima, podrá ser asimilable, afectado por la baja cantidad de porcentaje de materia orgánica a más de ello el alto contenido de fósforo, por ende, la concentración de hierro disponible no es suficiente para mantener las necesidades del cultivo.

Los resultados en esta investigación con el cultivo de arveja se encuentran en un pH alcalino lo cual se observa que el manganeso se encuentra en niveles bajos. Sin embargo, la disponibilidad de este elemento aumenta con la reducción del pH, por ende, se observa que el T4 (heno) fue el que mayor incremento tuvo con un valor de 3,5 ppm aun así todos los tratamientos presentan incrementos con relación al análisis inicial de cada uno.

El mulch de heno cuando entra en descomposición aumenta el contenido de manganeso y al tener un pH alcalino se forman compuestos de manganeso poco solubles y, por lo tanto, se reduce, además un mayor incremento de manganeso se absorbe a las partículas del suelo dando como resultado una disminución de disponibilidad para las plantas (Bueno, et al., 2007).

#### 10.1.14.5 Materia orgánica.

**Figura 22:** Análisis de la materia orgánica del suelo inicial y final.



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

De acuerdo a la figura 22 los tratamientos con mulch orgánicos están en un rango medio de concentración ya que existió un incremento de materia orgánica en el suelo durante el proceso que se ha ido manejando con esta técnica de conservación. En el tratamiento T3 (cascarilla de arroz) presentó un mayor aumento en la materia orgánica del suelo con un valor inicial de 1,40 y el final de 1,63 dando así un 0,23% de incremento, esto se reafirma con la investigación de Rodríguez (2007) que se basó en el mulch orgánico con cascarilla de arroz, el cual mejoró los rendimientos en cultivos y además incorpora materia orgánica al suelo, lo que mejora la calidad del mismo. Brechelt (2004) concluye que para garantizar la fertilidad del suelo después de cultivos intensivos (esquilante) se debe incorporar materia orgánica, una buena rotación de cultivos y labranza mínima, donde Zribi (2013) afirma que el incremento de materia orgánica se debe a la descomposición del abono y mulch por parte de microorganismos presentes en el suelo, con el fin de liberar nutrientes y aumentar la materia orgánica.

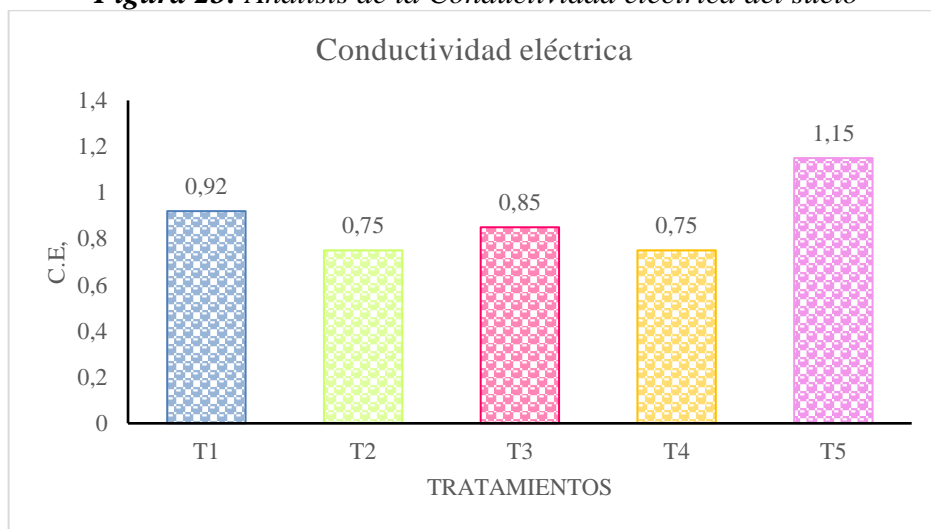
En último lugar se tuvo al T5 (testigo) con un análisis inicial de 0,8 y un final de 0,96 siendo aún bajo en concentración de materia orgánica, Caguana (2022) afirma que en el T5 (testigo) existe una alta carencia de materia orgánica, por ende, una escasa productividad en el suelo,

vulnerabilidad a la erosión y hasta susceptible en plagas y enfermedades en los cultivos ya que dependen de la cantidad de materia orgánica del suelo.

De acuerdo a la toma de muestras de suelo tanto al inicio como al final en la etapa de producción en el cultivo de arveja se puede observar que el porcentaje de materia orgánica en el suelo de la terraza 13 Machu Picchu CEASA se ha incrementado, aunque en los análisis de suelo su porcentaje muestra que es bajo para todos los tratamientos en estudio.

#### 10.1.14.6 Conductividad eléctrica.

**Figura 23:** Análisis de la Conductividad eléctrica del suelo



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 23, se observa la conductividad eléctrica en cada uno de los tratamientos en menores proporciones (no salinos) en la que se encuentran suelos con pH alcalinos. El tratamiento T2 (sigse) y T4 (heno) son los que tienen menor valor de 0,75; seguido está el T3 (cascarilla de arroz) con 0,85; el T1 (carbón) con 0,92 y por último el T5 (testigo) con un valor de 1,15. Zribi (2013) señala que el control de la salinidad del suelo es fundamental para una producción óptima de cultivos, ya que el efecto del acolchado sobre la salinidad del suelo depende de la tasa de evaporación del suelo y del tipo de acolchado. Además, León (2016) concluye que los suelos no salinos no afectan a los cultivos lo que reduce la absorción de sales por las plantas, ya que en su investigación comparó diferentes acolchados orgánicos en el cultivo de lechuga donde la salinidad de los acolchados fue menor que el testigo, por ende, indica que en suelos desnudos la mayor acumulación de sales se produce en el suelo superficial debido al efecto evapo concentración sin embargó el testigo se denomina no salino.



### 10.1.15 Características biológicas del suelo.

Características biológicas del suelo en el efecto de cuatro tipos de mulch orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

Los análisis micológicos del suelo recibidos por ABISRE se identificaron hongos tanto patógenos como benéficos a diferentes concentraciones las cuales fueron  $10^2$ ,  $10^3$  y  $10^4$  con sus respectivas unidades de colonias (*Pfc/ml*).

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

**Tabla 45:** Microorganismos identificados del suelo

TRATAMIENTOS	MICROORGANISMOS IDENTIFICADOS	
Mulch de Carbón	<i>Paecilomyces sp</i>	Benéfico
	<i>Gliocladium sp</i>	Benéfico
	<i>Fusarium sp</i>	Patógeno
Mulch de Sigse ( <i>Cortaderia nitida</i> )	<i>Pernospora</i>	Patógeno
	<i>Paecilomyces sp</i>	Benéfico
	<i>Beauveria sp</i>	Benéfico
	<i>Acremonium sp</i>	Patógeno
	<i>Fusarium sp</i>	Patógeno
Mulch de Cascarilla de arroz	<i>Trichoderma sp</i>	Benéfico
	<i>Pernospora</i>	Patógeno
	<i>Acremonium sp</i>	Patógeno
	<i>Beauveria sp</i>	Benéfico
Mulch de Heno	<i>Paecilomyces sp</i>	Benéfico
	<i>Fusarium sp</i>	Patógeno
	<i>Pernospora</i>	Patógeno
Testigo	<i>Fusarium sp</i>	Patógeno
	<i>Acremonium sp</i>	Patógeno
	<i>Trichoderma sp</i>	Benéfico

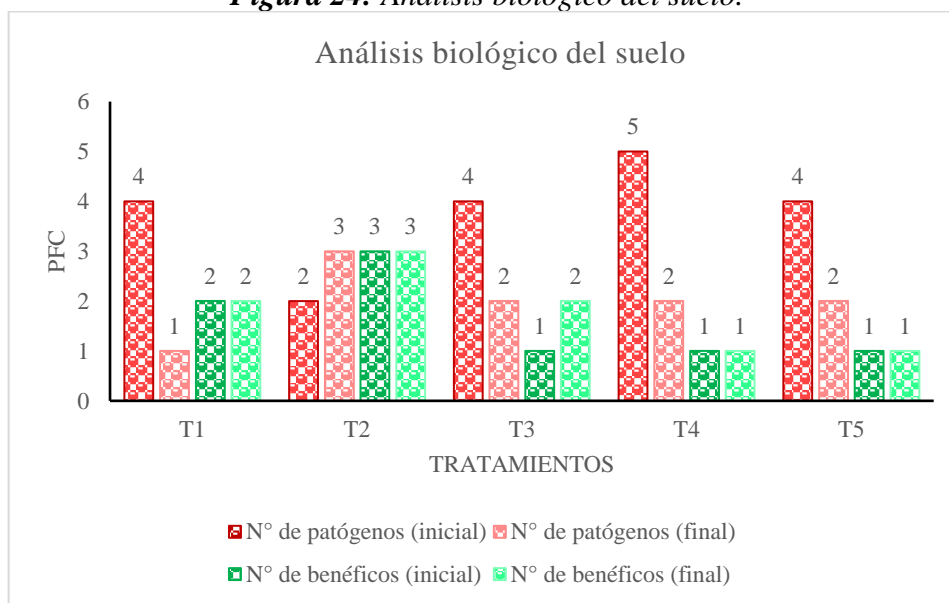
**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 45 dio como resultado el reconocimiento de los microorganismos encontrados en los tratamientos demostrando así que en cada tratamiento existe la presencia de hongos patógenos y benéficos dando como conclusión que en el caso de los hongos patógenos *Fusarium sp* se encuentra en los cinco tratamientos pero en el caso de los hongos benéficos el que se identifica en mayor cantidad son los *Paecilomyces sp* y *Trichoderma sp* donde los hongos benéficos pueden ser potenciados para que ejerzan regulación biológica de fitopatógenos (Macías-Echeverri, 2019).

Centeno Chiguano (2019) alude que el hongo *Trichoderma sp* es muy beneficioso para el suelo y planta, ya que mantiene la humedad en las raíces en condiciones secas y el hongo *Paecilomyces sp* se utiliza para el control biológico de insectos plagas en cultivos y hongos patógenos, además, el hongo *Fusarium* vive en el suelo, actúa como patógeno hasta por diez años y provoca marchitez vascular en varios cultivos, razón por la cual las plantas muestran amarillamiento en las hojas inferiores.

A continuación, en la figura 24 se muestra la cantidad de hongos patógenos y benéficos en el suelo:

**Figura 24:** Análisis biológico del suelo.

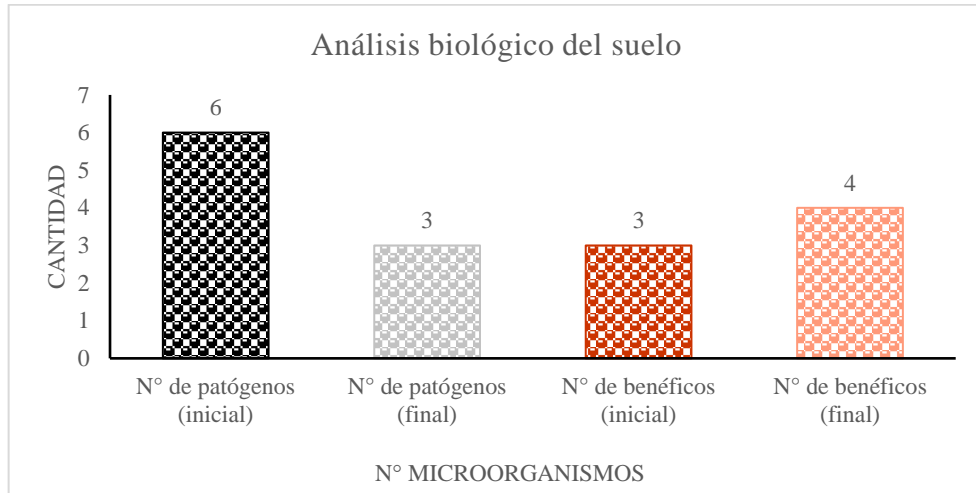


**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 24, se determinó la cantidad de hongos patógenos y benéficos encontrados en los 5 tratamientos dando como resultado en cuanto a hongos patógenos al T2 (sigse) ya que posee la mayor cantidad de 3 microorganismos por parcela, donde Peng et al., (2021) indican que los hongos fitopatógenos reducen el rendimiento y la calidad de los frutos, ya que provocan grandes pérdidas en la producción agrícola en cambio, con la presencia de hongos benéficos en mayor cantidad, se encuentra el tratamiento T2 (sigse) con una cantidad de 3 microorganismos, los cuales son *Paecilomyces sp*, *Beauveria sp* y *Trichoderma sp*. El T3 (cascarilla de arroz) aumentó en hongos benéficos el cual fue *Trichoderma sp*. Tal como Rodríguez (2007) afirma que estos acolchados orgánicos (cascarilla de arroz y sigse) favorecen el desarrollo de raíces en la capa arable, una capa rica en nutrientes y en la que hay muchos microorganismos benéficos. Algunos de ellos fijan nitrógeno atmosférico, descomponen desechos y residuos orgánicos,

desintoxican el suelo de pesticidas, eliminan enfermedades de plantas y fitopatógenos del suelo, aumentan el reciclaje de nutrientes y producen componentes bioactivos como vitaminas, hormonas y enzimas que promueven el crecimiento de las plantas (Higa y Parr, 2013).

**Figura 25:** Análisis inicial y final de hongos patógenos y benéficos.



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la figura 25 se observó una disminución hongos patógenos y un aumento de hongos benéficos, en el análisis inicial se tiene 6 hongos patógenos a referencia del final que tiene 3, y en hongos benéficos en el análisis inicial posee solo 3 a comparación del final que ha aumentado a 4. Es decir, los hongos benéficos son eficientes para el control de hongos patógenos por lo que evitan que estos proliferen y ataquen al cultivo. Cánovas Fernández (1993) corrobora que la técnica de mulch orgánico aumenta la actividad biológica, por lo que los hongos fitopatógenos se ven afectados negativamente, ya que aumenta la capacidad de estabilización biológica del suelo, regulando así las proporciones de cada población.

**Tabla 46:** Análisis inicial y final de hongos en el suelo

ANÁLISIS INICIAL	ANÁLISIS FINAL
<i>Paecilomyces sp</i>	<i>Paecilomyces sp</i>
<i>Gliocladium sp</i>	<i>Gliocladium sp</i>
<i>Fusarium sp</i>	<i>Fusarium sp</i>
<i>Cladosporium sp</i>	<i>Pernospora</i>
<i>Beauveria sp</i>	<i>Beauveria sp</i>
<i>Acremonium sp</i>	<i>Acremonium sp</i>
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Trichoderma sp</i>
<i>Phialophora sp</i>	
<i>Penicillium sp</i>	

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 46 se puede apreciar la presencia de hongos patógenos y benéficos en los análisis inicial y final, el hongo patógeno que se incrementó fue el *Pernospora* pero los patógenos que se eliminaron en el análisis final fueron los *Cladosporium sp*, *Fusarium oxysporum*, *Phialophora sp* y *Penicillium sp*, en los hongos benéficos aumentó el *Trichoderma sp*. La disminución de hongos patógenos y el aumento de hongos benéficos se debe a que incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriquecen la microflora, modifican los ecosistemas microbianos y suprimen los microorganismos patógenos (Luna y Mesa, 2016).

#### 10.1.16 Costo-beneficio.

**Tabla 47:** Costo beneficio del proyecto de investigación implementada

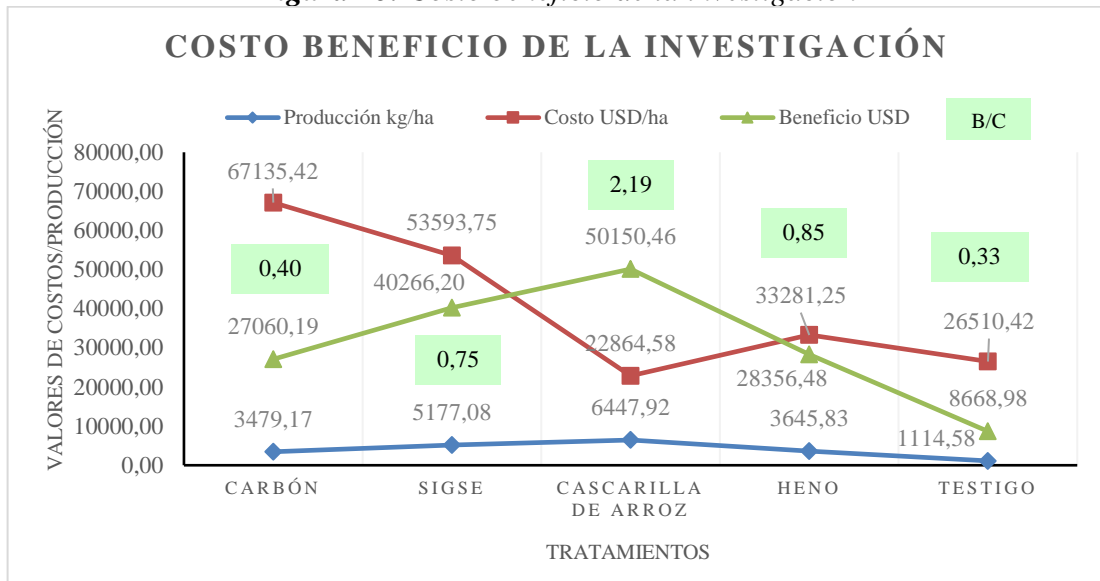
Mulch	Rend/Trat. kg	Costo/Trat. USD	Producción kg/ha	Costo USD/ha	PVP USD/kg	Beneficios USD	B/C
T1 Carbón	3,34	64,45	3479,17	67135,42	0,45 Kg (\$3,5)	27060,19	0,40
T2 Sigse	4,97	51,45	5177,08	53593,75		40266,20	0,75
T3 Cascarilla de arroz	6,19	21,95	6447,92	22864,58		50150,46	2,19
T4 Paca de heno	3,50	31,95	3645,83	33281,25		28356,48	0,85
T5 Testigo	1,07	25,45	1114,58	26510,42		8668,98	0,33

**Elaborado por:** (Leica, 2023)

En la tabla 47, se observa el costo beneficio de la investigación de cada tratamiento, tomando en cuenta que los costos están dados básicamente por los diferentes precios de acuerdo a las cantidades que conforman cada parcela, además se toma en cuenta los rubros de transporte, riego, mano de obra, insumos agrícolas y mulch.

Peralta et al., (2013) mencionan que el costo de producción del cultivo de arveja varía según la temporada de \$3381,08 hasta los \$2433,80.

**Figura 26: Costo beneficio de la investigación**



**Elaborado por:** (Leica, 2023)

Dentro de la variable costo beneficio se obtuvo el T3 (cascarilla de arroz) que fue el que más beneficio presentó con un valor de 2,19; esto da a entender que por cada dólar que se invierta se va a ganar \$2,19. Caguana (2022) comprobó en su trabajo de investigación titulada: "Evaluación de cuatro tipos de mulch orgánico para recuperar suelos erosionados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) en el sector Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021" donde la relación beneficio costo, presentó valores positivos en el T3 (cascarilla de arroz) ya que alcanzó la mayor relación beneficio costo del \$ 6,67; esto tradujo a que resulta el de mayor rentabilidad, es decir mayor beneficio en comparación con los demás tratamientos.

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **11.1 Técnicos.**

El presente proyecto de investigación ha permitido adquirir impactos técnicos de importancia para la práctica agrícola ya que gracias a los resultados eficientes obtenidos en cuanto a la aplicación de mulch orgánicos en el ciclo fenológico del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Numérica, ayuda a preservar el desarrollo de esta planta y aporta a los agricultores a una mejor técnica de cosecha en relación a la obtención de los resultados.

### **11.2 Sociales.**

En función a las alternativas socioculturales este proyecto de investigación contribuye a la mejora del aspecto social ya que en la actualidad se necesitan cultivos y alimentos que sean más sanos u orgánicos y de mejor calidad gracias a la utilización de los mulch orgánicos que ayudan a preservar la disponibilidad de nutrientes y vida de los suelos ya que esta alternativa de conservación de suelo aporta al desarrollo social.

### **11.3 Ambientales.**

Debido a la aplicación de los mulch orgánicos que ayuda a disminuir el uso de insecticidas y fertilizantes químicos que aportan los nutrientes y beneficios naturales de los suelos. Es decir, con la aplicación de mulch orgánicos se reduce en parte el impacto ambiental de productos químicos.

### **11.4 Económicos.**

Este proyecto de investigación en relación con los diferentes tratamientos de la utilización de mulch orgánicos permitió brindar posibilidades económicas diversas en los tratamientos. Los costos son un poco más altos que el suelo testigo (sin aplicación de ningún mulch), sin embargo, los beneficios de cultivo son mucho más importantes, pues actualmente los productos químicos que se usan constantemente en los cultivos tienen precios más elevados que además representan problemas ambientales por su alto concentrado de sustancias tóxicas dañando los suelos y el alimento a producirse.

## 12. CONCLUSIONES

- El mulch que presentó los mejores resultados en relación al cultivo de arveja fue el T3 (cascarilla de arroz) ya que presentó valores elevados en los mejores indicadores de respuesta a planta como días a la floración, al envainamiento, a la cosecha en verde, peso, número y longitud de vaina, número y peso de grano, además en conjunto con el T1 (carbón) ayudaron de forma efectiva en cuanto al control de diversidad y dominancia de arvenses.
- Gracias a la incorporación de mulch orgánicos, se redujo el pH en la mayoría de los tratamientos, el T3 (cascarilla de arroz) presentó mayor disminución en el pH ya que marca la diferencia de 0,1% por lo que este ayuda a reducir la fluctuación del pH del suelo que se genera de la constante utilización de este para los cultivos, presenció un aumento de materia orgánica con 1,63%; en macro meso y micronutrientes no presentan valores alentadores para la recuperación inmediata del suelo; en el T2 (sigse) y T4 (heno) se presentaron con un valor de 0,75 (Ns) en C.E., y en microorganismos patógenos hubo una disminución de 6 a 3 sin embargo, en microorganismos benéficos aumentó de 3 a 4.
- En el análisis de costo beneficio el T3 (cascarilla de arroz) fue el mejor tratamiento con un beneficio de \$2,19.

### **13. RECOMENDACIONES**

- Promover el uso de mulch orgánicos en base a la agricultura orgánica para la recuperación progresiva de suelos erosionados.
- Realizar una buena rotación de cultivos aprovechando la implementación de cada uno de los tratamientos (mulch).
- Evaluar otros tipos de cobertura vegetal (mulch) para conocer su comportamiento en relación con el suelo y la planta.
- Evaluar otros parámetros como el tiempo de descomposición de los mulch siguiendo con la misma metodología propuesta con la finalidad de obtener más información.
- Tener cuidado con las coberturas vegetales que contengan semilla ya que puede ser un problema de germinación de vegetación espontánea (arvenses).
- Difundir los resultados obtenidos de esta investigación a todo el sector agrícola.



## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. (2020). *Sigse*. Edu.ec. : <https://herbario.istmas.edu.ec/sin-categoria/sigse/>
- Acosta, T. M. (2022). “*Evaluación de tres colores de acolchado plástico para la producción de fresa (Fragaria x ananassa), variedad albión, en la parroquia montalvo, provincia de tungurahua*” [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36102/1/Tesis-319%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20%20Acosta%20Villacis%20Tatiana%20Macarena.pdf>
- Andaluz, S. (2005). *Estudio de los cambios inducidos por la deficiencia de hierro en el proteoma de plantas*. Csic.es. <https://digital.csic.es/handle/10261/9579>
- Angulo , A. (2019). “*Identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de arveja (Pisum sativum), parroquia Bolívar, cantón Bolívar, Provincia del Carchi*” [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6395/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000152.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Appella, C. M. (2016). *Cultivo de arveja: ¿Cómo afectan las malezas su rendimiento?* Gob.ar. [https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/INTADig\\_96ec8a92ca293f814590ef3087a3edf4](https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/INTADig_96ec8a92ca293f814590ef3087a3edf4)
- 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*” [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9437/1/PC-002382.pdf>
- Arredondo, D. A., Cloter, H., Gómez, N., Daniel, G. I., Merino, M. C., Ramírez, E. M., Palmas, M. Á., Pineda, R. F., Prat, C., Ríos, E., Saéñz, J. E., Sánchez, H. G., & Villafuerte, L. E. (2015). *Suelos, bases para su manejo y conservación*. Ird.fr. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers16-07/010067297.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-07/010067297.pdf)
- Bakker, R., Elbersen, W., Poppens, R., & Lesschen, J. P. (2013, junio). *Rice straw and Wheat Straw*. Rvo.nl. <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2013/12/Straw%20report%20AgNL%20June%202013.pdf>
- Barbano, P. (2012, marzo 28). *Add charcoal to create rich, quality garden soil*. Cape Gazette. <https://www.capegazette.com/article/add-charcoal-create-rich-quality-garden-soil/25068>

- Bishwakarma, S., Khanal, B. R., Shriwastav, C. P., Dhakal, R. P., & Karkee, S. S. (2022). *Impact of biochar and plastic mulch on soil properties in a maize field in Nepal*. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 7(2), 241-245. <https://dx.doi.org/10.26832/24566632.2022.0702012>
- Brechelt, A. (2004, agosto). *Manejo Ecológico del Suelo*. Bizibaratztea.eus. [https://bizibaratztea.eus/storage/liburutegia/dokumentuak/manejo\\_ecologico\\_del\\_suelo.pdf](https://bizibaratztea.eus/storage/liburutegia/dokumentuak/manejo_ecologico_del_suelo.pdf)
- Broadbent, C. (2021, diciembre 12). *Are rice hulls good for potting soil*. Gardenia Organic. <https://gardeniaorganic.com/are-rice-hulls-good-for-potting-soil/>
- Bueno, J. X. U., Gutiérrez, C. V., & Figueroa, A. R. (2007). *Muestreo y análisis de suelo en plantaciones de agave. Conocimiento y prácticas agronómicas para la producción de agave tequilana weber en la zona de denominación de origen del tequila*, 37. [http://inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/agave\\_final\\_baja%20resolucion.pdf#page=37](http://inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/agave_final_baja%20resolucion.pdf#page=37)
- Caguana, J. (2022). *Evaluación de cuatro tipos de mulch orgánico para recuperar suelos erosionados en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris L.) en el sector Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021*. UTC. Latacunga [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9066>
- Cánovas Fernández, A. F. (1993). *Tratado de Agricultura ecológica*. Instituto de Estudios de Almerienses. [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tae\\_3.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tae_3.pdf)
- Centeno Chiguano, D. R. (2019). *Efecto en la producción de Tuna (Opuntia Ficus Indica) mediante la aplicación de cuatro dosis de abono orgánico (cuyasa) con fines de recuperación y aprovechamiento de los suelos erosionados* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5862/6/PC-000681.pdf>
- Checa Coral, O. E., Rodríguez Rodríguez, D. M., Ruiz Eraso, M. H., & Muriel Figueroa, J. E. (2022). *La Arveja-Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia*. <https://sired.udenar.edu.co/7303/1/LIBRO%20ARVEJA%202022.pdf>
- Corrales, C. K. (2013, julio). “*Recuperación de cárcavas con agave (penco azul) para la protección biológica ambiental del estadio CEYPSA, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi*” [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2719/1/T-UTC-00256.pdf>
- Hinojosa, A. C., Medrano, V. C., & Bedmar, E. J. (2016). *Utilización de plantas leguminosas en restauración medioambiental de taludes y suelos degradados*. *Mol: boletín de la*

- Sociedad de Ciencias de Galicia*, 16, 48–59.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232760>
- Semillas Capelo. (2010, julio). *Númerica arveja*. Scapelo.com.  
<https://www.scapelo.com/productos/numerica/>
- Cherlinka, V. (2021, diciembre 29). *Conservación Del Suelo En La Agricultura: Técnicas y Manejo*. *EOS Data Analytics*. <https://eos.com/es/blog/conservacion-del-suelo/>
- Cosme, R. (2015, julio 22). *Cultivo de arveja*. Slideshare.net.  
<https://es.slideshare.net/reymundcosmocerno/cultivo-de-arveja-50807977>
- DANE. (2015, marzo). *El cultivo de arveja en Colombia*. Gov.co.  
[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos31\\_mar\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf)
- Ekinci, M., Dursun, A. (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*. Pakbs.org.  
[https://mail.pakbs.org/pjbot/PDFs/41\(4\)/PJB41\(4\)1891.pdf](https://mail.pakbs.org/pjbot/PDFs/41(4)/PJB41(4)1891.pdf)
- El Tiempo. (1998, agosto 28). *Cascarilla contra las malezas*. El Tiempo.  
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-762638>
- Falcones, A. A. (2019, febrero). *Efecto antimicrobiano y aleloquímico de 2- diclorometil-3- metilcromona* [Universidad UTE].  
[https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18835/1/71242\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18835/1/71242_1.pdf)
- Fernández, M. T. (2007). *Fósforo: amigo o enemigo*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, XLI (2), 51-57. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>
- Fertilab. (2021). *Desarrollo de cultivos en suelos alcalinos*. Fertilab.com.mx.  
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/SUELOS%20ALCALINOS.pdf>
- FIDAR. (2001, diciembre). *Instrumentos metodológicos y recursos utilizados para la recuperación de suelos erosionados en laderas*. Gov.co.  
[http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6670/1/20067191036\\_Recuperacion%20de%20suelos%20erosionados.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6670/1/20067191036_Recuperacion%20de%20suelos%20erosionados.pdf)
- Frutos, J. V. (2015). *Efecto de la utilización de mulch natural, maíz (Zea mays L.), caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), vicia (Vicia sativa L.), y avena (Avena sativa L.) sobre la producción de brócoli (Brassica oleracea L.) En el campus Querochaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Bachelor's thesis)* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18279/1/Tesis-109%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20353.pdf>

- 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 (Arica)*, 34(6), 61-66. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/2016nahead/aop3816.pdf>
- Gómez, V. B. (2014). *El calcio y su asimilación por parte de las plantas. Cannabis Magazine: La revista de los profesionales y amantes del cáñamo*, (125), 58-63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4813146>
- Guzmán, L. (2010, agosto). *Factores que influyen en el rendimiento de cucurbitáceas (melón, sandía, calabacita y pepino) con acolchado plástico*. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/465/1/Lizbeth%20Guzman%20Mejia.pdf>.
- Hernández, E. (2014, agosto). *Manual de acolchados vegetales y películas plásticas*. Edu.mx. <https://www.uttt.edu.mx/extensionismo/Informacion/Publicaciones/Serie.%20Agricultura%20Regenerativa/4.-Acolchados%20vegetales.pdf>
- Hernández, T. E. (2013). *Evaluación técnica y económica del desarrollo de un sustrato natural a base de fibra de palma africana (Elaeis guineensis), cascarilla de arroz (Oryza sativa) carbonizada y humus de lombriz (Eisenia foetida) para la germinación de varias hortalizas* [Universidad de las Américas]. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/709/1/UDLA-EC-TIAG-2013-12.pdf>
- Herrera Ramírez, C. D., Hidrobo Luna, J. R., & Basantes Morales, E. R. (2016). *Evaluación del efecto de la asociación de coberturas vegetales vivas sobre el cultivo de uvilla (Physalis peruviana L.) en Huaca, provincia del Carchi, Ecuador. Siembra*, 3(1), 91–100. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.266>
- Higa, T., & Parr, J. F. (2013). *Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles*. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 13(2), 128-135. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31255712/MicroorG\\_Benef\\_Efect-libre.pdf?1368740271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dmicroorg\\_benef\\_efect.pdf&Expires=1690042863&Signature=LQvqe2aFKVgvhCXARd06i11ixtlm5pGMlPdJGTCKz0qlmWQQoCITQE8JsbSgT4TzZ98d96Y-DCeVu00f~qDaG7F2-3X8F5usJ9J1-VycyrdaLcnf6hFIVT6pAVRP0JYvg~fZ6lhWB7fBiZpsG~a9Knwh2QL0aCMGALd7OHK7uUT3HEkb4veHa66EnQZoqS0tM3Gn7x0gbG5plCv~X4HKirTiqfzIaijJ1g8oY7~E0060anZJFtgWaoceOVaM7ycwsbejAJ3pgsHGjwiYLPu0YmsdiN67yW1NhRggl63GvpLib5Q](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31255712/MicroorG_Benef_Efect-libre.pdf?1368740271=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dmicroorg_benef_efect.pdf&Expires=1690042863&Signature=LQvqe2aFKVgvhCXARd06i11ixtlm5pGMlPdJGTCKz0qlmWQQoCITQE8JsbSgT4TzZ98d96Y-DCeVu00f~qDaG7F2-3X8F5usJ9J1-VycyrdaLcnf6hFIVT6pAVRP0JYvg~fZ6lhWB7fBiZpsG~a9Knwh2QL0aCMGALd7OHK7uUT3HEkb4veHa66EnQZoqS0tM3Gn7x0gbG5plCv~X4HKirTiqfzIaijJ1g8oY7~E0060anZJFtgWaoceOVaM7ycwsbejAJ3pgsHGjwiYLPu0YmsdiN67yW1NhRggl63GvpLib5Q)

- HN1jN5uqobpAF3TtBl6KzGcaGIEnb~IDd~37IA\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Infoagro. (2008). *El cultivo del guisante*. Infoagro.com. <https://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes.htm>
- Jácome, F. J. (2015, agosto). “Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum*) mediante el apoyo de investigación participativa en la parroquia Eloy Alfaro (Chan y San Juan) cantón Latacunga provincia de Cotopaxi” [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2526/1/T-UTC-00063.pdf>
- León, E. E. (2016). *Efecto de la retención de agua y las propiedades físicas del suelo, por la aplicación de tres tipos de coberturas, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), regado mediante goteo* [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24393/1/TESIS.pdf>
- Llamusunta, S. E. (2022, marzo). *Evaluación del cultivo de arveja chaucha (*Pisium sativum*) previa a la incorporación de abono verde de avena (*Avena sativa*) con tres enmiendas químicas en terrazas de banco en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2021-2022* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8772/1/PC-002315.pdf>
- Lucero, G. R. (2019). *Efecto de tres coberturas vegetales en el desarrollo y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes 366* [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31819/1/TRABAJO%20DE%20ITULACION.pdf>
- Luna Feijoo, M. A., & Mesa Reinaldo, J. R. (2016). *Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores*. Revista científica Agroecosistemas [seriada en línea], 4 (2), 31-40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/download/84/115/0>
- Macías-Echeverri, E., Marín-Pavas, A., Osorio-Vega, W., & Hoyos-Carvajal, L. M. (2019). “Suelos y microorganismos rizosféricos asociados en la reserva de biosfera” *Seaflower*”. Journal of the Selva Andina Biosphere, 7(2), 73-87. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S230838592019000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S230838592019000200002&script=sci_arttext)
- Martín, J. L. (2020, febrero 17). *Gestión integral y vías de valorización para la planta invasora “Cortaderia selloana” en Cantabria*. Unican.es. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/18206/423326.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Martínez, C. (2012). *Manual del establecimiento del cultivo*.  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1356/2/02.pdf>
- Martínez, F., & Agustín, J. (2009, diciembre). *La erosión de los suelos agrarios europeos: Un juego social de interacción económica y medioambiental*. *Agroalimentaria*, 15(29), 17-26. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-03542009000200003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542009000200003)
- Matute, C. S. (2020). *Influencia de los residuos de la cascarilla del arroz más inoculantes biológicos en la producción de pepino (Cucumis sativus)* [Universidad Agraria del Ecuador].  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MATUTE%20CRUZ%20CRISTOPHER%20STEVEN.pdf>
- Mejía, G. A., & Monteros, E. D. (2018). “*Efecto de tres tipos de mulch orgánico en la calidad del suelo en parcelas de cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura*” [Universidad Técnica del Norte].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8027/1/03%20RNR%20267%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Mitsui, N. (2022, junio 3). *Conoce las principales enfermedades y plagas de la arveja*. MASA Equipos Industriales - New Holland.  
<https://newhollandmitsui.com/agricultura/principales-enfermedades-plagas-arveja/>
- Moleres, T. (2015, junio 7). *Acolchados orgánicos*. 7K - zazpika astekaria.  
[https://www.naiz.eus/es/hemeroteca/7k/editions/7k\\_2015-06-07-07-00/hemeroteca\\_articles/acolchados-organicos](https://www.naiz.eus/es/hemeroteca/7k/editions/7k_2015-06-07-07-00/hemeroteca_articles/acolchados-organicos)
- Mondragón-Sánchez, A., Medina-Orozco, L. E., Sánchez-Duque, A. y Núñez-Oregel, V. (2021). *Efecto de la aplicación de biocarbón en el rendimiento de maíz en Michoacán, México*. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-7. e896. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.896>
- Morales, C. G. (2017, mayo 15). *En qué consiste la técnica del mulch y qué factores tener en cuenta para su buen uso*. PortalFrutícola.com.  
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/05/15/consiste-la-tecnica-del-mulch-factores-cuenta-buen-uso/>
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad. Volumen I*. Manuales y tesis SEA.  
[https://www.academia.edu/download/31917801/Moreno\\_\\_2..\\_1\\_.pdf](https://www.academia.edu/download/31917801/Moreno__2.._1_.pdf)
- Nadal Moyano, S. (2008). *Las leguminosas grano en la agricultura moderna*. *Mundi-Prensa*, 195-197. <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/35845?page=198>
- Narváez, H. B. (2005). “*Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.), parroquia Yaruquí - provincia de Pichincha*” [Universidad Nacional de

- Loja].  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5578/1/NARV%C3%81EZ%20N%20AVARRETE%20H%C3%89CTOR.pdf>
- Paste, E. (2021, agosto). “*Evaluación del desarrollo de arveja (Pisum sativum) utilizando fuentes orgánicas a diferentes dosis con fines de recuperación y conservación de suelos en el CEASA, Latacunga, Cotopaxi*” [Universidad Técnica de Cotopaxi].  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8071/1/PC-002104.pdf>
- PDYOT. (2018, julio 11). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025*. Gob.ec. [https://www.cotopaxi.gob.ec/images/Documentos/PDYOT-COTOPAXI-11julio\\_2018.pdf](https://www.cotopaxi.gob.ec/images/Documentos/PDYOT-COTOPAXI-11julio_2018.pdf)
- Peng, Y., Li, S. J., Yan, J., Tang, Y., Cheng, J. P., Gao, A. J., ... & Xu, B. L. (2021). *Research progress on phytopathogenic fungi and their role as biocontrol agents*. *Frontiers in Microbiology*, 12, 670135.  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.670135/full>
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Pinzón, J., & Villacrés, E. (2013). *Manual agrícola de frejol y otras leguminosas: Cultivos, variedades, costos de producción*. Gob.ec.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2705>
- Petrikovszki, R., Zalai, M., Tóthné Bogdányi, F., & Tóth, F. (2020). *The effect of organic mulching and irrigation on the weed species composition and the soil weed seed bank of tomato*. *Plants*, 9(1), 66. <https://doi.org/10.3390/plants9010066>
- Pinto, M. (2020, junio 12). *El cultivo de la arveja y el clima en el Ecuador*. Scribd.com.  
<https://es.scribd.com/document/442617994/El-cultivo-de-la-arveja-y-el-clima-en-el-Ecuador>
- Piscitelli, M. (2015, julio 15). *Degradación de suelos*. Edu.ar.  
<https://www.unicen.edu.ar/content/degradaci%C3%B3n-de-suelos>
- Prado, L. (2008). *Evaluación agronómica de dos líneas de arveja (Pisum sativum L) y su efecto a la fertilización química y orgánica, en el cantón Chimbo*. Edu.ec.  
<https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/185/3/6.pdf>
- Quiceno, D. & Mosquera, M. Y. (2010). *Alternativas tecnológicas para el uso de la cascarilla de arroz como combustible*. Edu.co.  
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/1327/TME00462.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiroz, A. I., & Mulas, R. (2005, abril). *Acumulación de NPK en tejido y su eficiencia de uso para la producción de granos, en una asociación trigo (Triticum aestivum) y arveja*

(*Pisum sativum*). [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612005000200005](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612005000200005)

- Ramírez, J. (2017, septiembre). *Arvenses en cultivos de aguacate, tomate de árbol, pastos y forrajes y su relación con el rendimiento y costos de producción*. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193253129002.pdf>
- Ramírez, R. (1997, septiembre). *Propiedades físicas químicas y biológicas de los suelos*. Gov.co. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Ramírez, R., & Orduz, J. (2018). *Efecto de la cobertura del suelo con material vegetal sobre el control de malezas en el cultivo de los cítricos*. Agrosavia.co. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17569/42078\\_45644.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17569/42078_45644.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramírez-Villarroel, P. (1993). *Estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras de la isla de Margarita, Venezuela*. Unam.mx. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1994-1-2/articulo436.html>
- Ramos, Y. C., González, A. J. T., & de los Baños, A. (2015). *Importancia del azufre en la agricultura*. Cuba Tabaco, 16(1), 1-107. [https://www.researchgate.net/profile/Amaury-Borges-Miranda/publication/366175735\\_Minimum\\_Sample\\_Size\\_to\\_Estimate\\_the\\_Concentration\\_of\\_Relevant\\_Analytes\\_in\\_the\\_Raw\\_Materials\\_Used\\_to\\_Make\\_Havana\\_Cigars/links/63949432e42faa7e75af165d/Minimum-Sample-Size-to-Estimate-the-Concentration-of-Relevant-Analytes-in-the-Raw-Materials-Used-to-Make-Havana-Cigars.pdf#page=79](https://www.researchgate.net/profile/Amaury-Borges-Miranda/publication/366175735_Minimum_Sample_Size_to_Estimate_the_Concentration_of_Relevant_Analytes_in_the_Raw_Materials_Used_to_Make_Havana_Cigars/links/63949432e42faa7e75af165d/Minimum-Sample-Size-to-Estimate-the-Concentration-of-Relevant-Analytes-in-the-Raw-Materials-Used-to-Make-Havana-Cigars.pdf#page=79)
- Raudes, M., Sagastume, N., Pitty, A., Esteban, D., López, M., Rueda, A., Valenzuela, Y., Garay, E., Martínez, H., Consuelo, A., Bermudez, T., Caballero, V., Fiallos López, C. A., & Ochoa, J. (2009). *Manual*. Gob.hn. [https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo\\_3\\_Manual\\_Conservacion\\_de\\_Suelos.pdf](https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_3_Manual_Conservacion_de_Suelos.pdf)
- Ribó, M. (2004, abril 23). *Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado ecológico* [Universidad de Valencia]. <https://core.ac.uk/download/pdf/70998505.pdf>



- Roca, N., Pazos, M. S., & Bech, J. (2007). *Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del NO argentino*. *Ciencia del suelo*, 25(1), 31-42. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672007000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672007000100005&script=sci_arttext)
- Rodríguez, I., Pérez, H. I., & García, R. M. (2021). *Degradación del suelo en sistemas agrícolas de la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador*. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S2), 557-564. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/download/2349/2316/>
- Rodríguez, G. (2007, agosto 31). *Efecto de la cobertura del suelo con cascarilla de arroz en el crecimiento y rendimiento del tomate de ramillete*. *Ciencia e investigación agraria*, 34(3), 225-230. <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v34n3/art06.pdf>
- Salas, L. A. (2008). *Efecto de diferentes especies vegetales en acolchado (mulching) sobre suelos arcillosos en la Estación Agroecológica U.T.P.L.*, [Universidad Técnica Particular de Loja]. <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1769/3/Salas%20Calva%20Lorgio%20Alexi.pdf>
- Sarmiento, Y., & Torres, N. (2008, noviembre 20). *Restauración en explotaciones de minas caliza*. *Luna Azul*, (27), 75-84. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n27/n27a05.pdf>
- Sepúlveda, C., A. (2003). *Efecto del mulch orgánico y enmiendas de carbón vegetal en el establecimiento artificial de Quillay (Quillaja saponariamol) en la precordillera de Vilches, región del Maule* [Universidad de TALCA]. [http://dspace.atalca.cl/bitstream/1950/3702/1/sepulveda\\_valdebenito.pdf](http://dspace.atalca.cl/bitstream/1950/3702/1/sepulveda_valdebenito.pdf)
- Schonbeck, M. (2012, agosto 15). *Organic Mulching Materials for Weed Management*. *Eorganic.org*. <https://eorganic.org/node/4871>
- Sistemas Hortícolas. (2022, April 21). *Tipos de acolchado agrícola*. *Sistemas Hortícolas Almería; Sistemas Hortícolas Almería S.L.* <https://www.sistemashorticolasalmeria.com/blog/tipos-de-acolchado-agricola/>
- 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]. [http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6077/Suarez\\_Medina\\_Jorge.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6077/Suarez_Medina_Jorge.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Subía, C., Peralta, E., Falconi, E., Pinzón, J., Mooney, D., & Swinton, S. (2007, septiembre). *Diagnóstico sobre el cultivo de fréjol arbustivo y el uso de pesticidas en el sistema de*

- producción, en los valles del Chota y Mira.* Gob.ec.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2708/1/iniapscpm138.pdf>
- Telenchana, J. J. (2018). “*evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Capsicum annuum L.)*” [Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20557.pdf>
- Turney, J., & Menge, J. (1994). *Root Health* [University of California].  
[https://www.avocadosource.com/papers/research\\_articles/turneyjerrold1994.pdf](https://www.avocadosource.com/papers/research_articles/turneyjerrold1994.pdf)
- Trivedi, A., & Nandeha, N. (2020). *Organic Mulching: A step towards putting sustainability into practice.* Researchgate.net.  
[https://www.researchgate.net/publication/345351473\\_Organic\\_Mulching\\_A\\_Step\\_towards\\_Putting\\_Sustainability\\_into\\_Practice](https://www.researchgate.net/publication/345351473_Organic_Mulching_A_Step_towards_Putting_Sustainability_into_Practice)
- Vaca, R. (2011, febrero 16). “*Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) en Santa Martha de Cuba – Carchi.* Edu.ec.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/793/1/03%20agp%20119%20Cient%20%20adfic%20Art%20%20adculo%20tesis.pdf>
- Van, A. (2006, junio). *Agricultura orgánica, El suelo: sus componentes físicos.* Ciaorganico.net.  
[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)
- Verdecora. (2020, septiembre 10). *Mulching: qué es y por qué practicarlo.* Blog Verdecora.  
<https://verdecora.es/blog/mulching>
- Vergara, Y. (2014, junio 24). *Estudio de la Arveja.* Slideshare.net.  
<https://es.slideshare.net/yurisoft/estudio-de-la-arveja>
- Vergara, W. (2016, agosto 4). *Iniciativas globales para la restauración de suelos degradados.* iica.int.  
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6979/BVE18040162e.pdf;jsessionid=FF3EBDD0CF23E6365F94FA5E71D07EF8?sequence=1>
- Villamagua, M., Loaiza, E., & Naula, P. (2008, abril) “*Efecto del carbón vegetal en las propiedades físicas-químicas del suelo en cultivo de tomate de mesa Solanum lycopersicum L., bajo invernadero*” [Universidad Nacional de Loja].  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/362/1/EFEECTO%20DEL%20CARBON.pdf>
- Wright, O. (2022, julio 5). *Pros and cons of black mulch.* Garden Tips 360.  
<https://www.gardentips360.co.uk/pros-and-cons-of-black-mulch/>

Yépez, S. M. (2022). *Uso del mulch para el control de arvenses en florícolas. Revisión bibliográfica sobre los beneficios del uso del mulch y su aplicación en florícolas en los principales países latinoamericanos exportadores de flores* [Universidad Católica del Ecuador].

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/20925/Monografia%20Samantha%20Yepez.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20uso%20de%20una%20capa,del%20mismo%2C%20lo%20que%20a>

Zribi, W. (2013). *Efectos del acolchado sobre distintos parámetros del suelo y de la nectarina en riego por goteo* [Universidad de Lleida].  
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/130924/Twz1de1.pdf;sequence=2>

## 15. ANEXOS

### Anexo 1: Costo producción de la investigación implementada en UTC Salache 2023

<b>Cultivo</b>	Arveja ( <i>Pisum sativum</i> L.)			
<b>Variedad</b>	Numérica			
<b>Ciclo fenológico</b>	90 días			
<b>Tipo de tecnología</b>	Orgánica			
<b>Costos de producción</b>				
<b>Fases y Actividades</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Sistema de riego por aspersión</b>				
Riego (depreciación)	meses	3	8,50	25,50
			<b>Total</b>	<b>25,50</b>
<b>Insumos agrícolas</b>				
Plántulas de arveja	unidad	3900	0,01747	68,13
Nutriabono 23 Kg	cantidad	11	6,50	71,50
Clorpirifos	cantidad	1	3,45	3,45
Carbendazin	cantidad	1	2,75	2,75
Carbón vegetal	qq	5	10,00	50,00
Cascarilla de arroz	qq	5	1,50	7,50
Paca de heno	pacas	5	3,50	17,50
Sigse	cargas	10	2,00	20,00
			<b>Total</b>	<b>240,83</b>
<b>Mano de obra</b>				
Preparación del terreno	Personal	1	15,00	15,00
Aplicación de abono de fondo	Personal	1	15,00	15,00
Trasplante	Personal	1	15,00	15,00
Corte de sigse	Personal	1	15,00	15,00
Aplicación de mulch orgánicos	Personal	1	15,00	15,00
Deshierbe	Personal	1	15,00	15,00
Control fitosanitario	Personal	1	15,00	15,00
Cosecha	Personal	1	15,00	15,00
			<b>Total</b>	<b>120,00</b>
<b>Transporte</b>				
Transporte	\$	3	5,00	15,00
			<b>Total</b>	<b>15,00</b>
<b>Costo total de producción</b>				<b>401,33</b>
<b>Análisis costos</b>				
<b>Fases y Actividades</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
Análisis químico	\$	5	27,42	137,1
Análisis biológico	\$	5	35,23	176,15
			<b>Total</b>	<b>313,25</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN</b>				<b>714,58</b>

Elaborado por: (Leica, 2023)

**Anexo 2: Costo producción por tratamientos incluido el testigo**

Rubros	Arveja				
	Mulch carbón	Mulch sigse	Mulch cascarilla de arroz	Mulch heno	Testigo
<b>COSTOS</b>					
Riego (depreciación)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Insumos agrícolas	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83
Mano de obra	7,00	24,00	7,00	7,00	18,00
Transporte	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Mulch	50,00	20,00	7,50	17,50	0,00
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>64,45</b>	<b>51,45</b>	<b>21,95</b>	<b>31,95</b>	<b>25,45</b>
<b>Rendimiento por tratamiento (kg)</b>	3,34	4,97	6,19	3,50	1,07
<b>Producción kg/ha</b>	3479,17	5177,08	6447,92	3645,83	1114,58
<b>Costo USD/ha</b>	67139,58	53597,92	22868,75	33285,42	26514,58
<b>PVP (USD/kg)</b>	0,45 kg en 3,5\$				
<b>Beneficio USD</b>	27060,19	40266,20	50150,46	28356,48	8668,98
<b>B/C</b>	0,40	0,75	2,19	0,85	0,33

Elaborado por: (Leica, 2023)

**Anexo 3: Medias del porcentaje de prendimiento**

TRATAMIENTOS	BLOQUES	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO (%)
Carbón	1	80
Sigse	1	91
Cascarilla de arroz	1	97
Heno	1	96
Testigo	1	96
Carbón	2	94
Sigse	2	95
Cascarilla de arroz	2	100
Heno	2	97
Testigo	2	96
Carbón	3	92
Sigse	3	97
Cascarilla de arroz	3	99
Heno	3	99
Testigo	3	100
Carbón	4	96
Sigse	4	97

Cascarilla de arroz	4	99
Heno	4	98
Testigo	4	97
Carbón	5	99
Sigse	5	99
Cascarilla de arroz	5	100
Heno	5	100
Testigo	5	100

**Anexo 4: Medias de altura de la planta (cm)**

Tratamientos	Bloques	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Carbón	1	10,4	12,2	15,4	18,6	21,8	25,0
Sigse	1	12,9	16,1	23,1	30,1	37,1	44,1
Cascarilla de arroz	1	10,8	15,1	23,3	31,5	39,7	47,9
Heno	1	11,9	16,4	27,4	38,4	45,4	52,4
Testigo	1	11,3	13,2	15,6	18,0	20,4	22,8
Carbón	2	10,9	12,7	16,2	19,7	23,2	26,7
Sigse	2	12,7	16,7	20,7	24,7	28,7	32,7
Cascarilla de arroz	2	10,6	15,1	25,1	35,0	44,9	54,8
Heno	2	12,3	16,0	25,5	35,2	44,9	54,6
Testigo	2	11,6	13,2	16,0	18,8	21,6	24,4
Carbón	3	11,0	13,1	17,1	21,1	25,1	29,1
Sigse	3	12,9	18,5	24,1	31,9	39,7	47,5
Cascarilla de arroz	3	11,0	16,1	26,8	37,5	48,2	58,9
Heno	3	12,5	17,3	29,3	41,3	53,3	62,3
Testigo	3	11,8	13,6	16,5	19,4	22,3	25,2
Carbón	4	10,6	12,7	17,2	21,7	26,2	30,7
Sigse	4	12,9	17,5	22,1	30,1	38,1	46,1
Cascarilla de arroz	4	13,6	18,1	28,7	39,3	49,9	60,5
Heno	4	11,4	14,9	23,5	35,5	47,5	59,5
Testigo	4	12,1	14,0	16,9	19,8	22,7	25,6
Carbón	5	10,4	12,6	16,4	20,2	24,0	27,8
Sigse	5	12,6	16,4	20,2	28,6	37,0	45,4
Cascarilla de arroz	5	13,4	17,2	27,0	36,8	46,6	56,4
Heno	5	11,1	15,1	25,6	36,1	46,6	57,1
Testigo	5	12,4	14,5	17,4	20,3	23,2	26,1

*Anexo 5: Medias de diámetro del tallo (mm)*

Tratamientos	Bloques	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Carbón	1	2,73	3,13	3,48	3,83	4,18	4,53
Sigse	1	2,78	3,13	3,53	3,93	4,33	4,73
Cascarilla de arroz	1	3,07	3,50	3,93	4,36	4,79	5,22
Heno	1	2,33	2,56	3,42	3,72	4,02	4,32
Testigo	1	2,82	3,12	2,79	3,02	3,25	3,48
Carbón	2	2,70	3,10	3,49	3,84	4,19	4,54
Sigse	2	2,79	3,14	3,50	3,90	4,30	4,70
Cascarilla de arroz	2	3,04	3,47	3,90	4,33	4,76	5,19
Heno	2	2,87	3,10	3,37	3,67	3,97	4,27
Testigo	2	2,77	3,07	3,33	3,56	3,79	4,02
Carbón	3	2,63	3,03	3,51	3,86	4,21	4,56
Sigse	3	2,81	3,16	3,43	3,83	4,23	4,63
Cascarilla de arroz	3	2,91	3,34	3,77	4,20	4,63	5,06
Heno	3	2,66	2,89	3,08	3,38	3,68	3,98
Testigo	3	2,48	2,78	3,12	3,35	3,58	3,81
Carbón	4	3,10	3,50	3,53	3,88	4,23	4,58
Sigse	4	2,83	3,18	3,90	4,30	4,70	5,10
Cascarilla de arroz	4	3,04	3,47	3,90	4,33	4,76	5,19
Heno	4	2,60	2,83	3,48	3,78	4,08	4,38
Testigo	4	2,88	3,18	3,06	3,29	3,52	3,75
Carbón	5	3,18	3,58	3,45	3,80	4,15	4,50
Sigse	5	2,75	3,10	3,98	4,38	4,78	5,18
Cascarilla de arroz	5	2,89	3,32	3,75	4,18	4,61	5,04
Heno	5	2,75	2,98	3,25	3,55	3,85	4,15
Testigo	5	2,65	2,95	3,21	3,44	3,67	3,90

*Anexo 6: Medias de días a la floración*

Tratamientos	Bloques	Días a la floración (inicio)	Días a la floración (final)
Carbón	1	53	59
Sigse	1	49	54
Cascarilla de arroz	1	44	51
Heno	1	46	52
Testigo	1	51	58
Carbón	2	50	56
Sigse	2	45	53
Cascarilla de arroz	2	43	49
Heno	2	44	50
Testigo	2	54	61

Carbón	3	46	54
Sigse	3	43	51
Cascarilla de arroz	3	42	49
Heno	3	44	51
Testigo	3	51	59
Carbón	4	50	58
Sigse	4	44	52
Cascarilla de arroz	4	43	51
Heno	4	42	50
Testigo	4	49	56
Carbón	5	47	55
Sigse	5	52	60
Cascarilla de arroz	5	40	48
Heno	5	42	50
Testigo	5	51	58

*Anexo 7: Medias de días al envainamiento*

Tratamientos	Bloques	Días al envainamiento (inicio)	Días al envainamiento (final)
Carbón	1	56	63
Sigse	1	52	59
Cascarilla de arroz	1	48	55
Heno	1	50	57
Testigo	1	56	63
Carbón	2	54	62
Sigse	2	50	57
Cascarilla de arroz	2	46	53
Heno	2	48	55
Testigo	2	59	66
Carbón	3	52	60
Sigse	3	48	55
Cascarilla de arroz	3	47	54
Heno	3	48	55
Testigo	3	57	64
Carbón	4	56	63
Sigse	4	49	58
Cascarilla de arroz	4	49	56
Heno	4	48	55
Testigo	4	54	61
Carbón	5	53	60
Sigse	5	57	64
Cascarilla de arroz	5	47	54
Heno	5	48	55
Testigo	5	56	66



**Anexo 8: Medias de días a la cosecha en verde**

Tratamientos	Bloques	Días a la cosecha en verde (inicio)	Días a la cosecha en verde (final)
Carbón	1	75	90
Sigse	1	71	86
Cascarilla de arroz	1	67	82
Heno	1	69	84
Testigo	1	75	90
Carbón	2	73	88
Sigse	2	69	84
Cascarilla de arroz	2	65	80
Heno	2	67	82
Testigo	2	78	89
Carbón	3	71	86
Sigse	3	67	82
Cascarilla de arroz	3	66	81
Heno	3	67	82
Testigo	3	76	90
Carbón	4	75	90
Sigse	4	68	83
Cascarilla de arroz	4	68	83
Heno	4	67	82
Testigo	4	73	88
Carbón	5	72	87
Sigse	5	76	90
Cascarilla de arroz	5	66	81
Heno	5	67	82
Testigo	5	75	90

**Anexo 9: Medias de peso de vaina verde P/total y P/neta**

Tratamientos	Bloques	Peso de vaina kg ptotal	Peso de vaina kg pneto
Carbón	1	2,76	0,69
Sigse	1	2,56	0,64
Cascarilla de arroz	1	4,64	1,16
Heno	1	2,30	0,55
Testigo	1	0,75	0,12
Carbón	2	2,41	0,55
Sigse	2	3,02	0,76
Cascarilla de arroz	2	4,58	1,15
Heno	2	2,50	0,63
Testigo	2	0,96	0,18
Carbón	3	2,38	0,52
Sigse	3	5,48	1,37
Cascarilla de arroz	3	5,70	1,38
Heno	3	3,39	0,85

Testigo	3	1,02	0,13
Carbón	4	3,23	0,81
Sigse	4	4,57	1,32
Cascarilla de arroz	4	5,30	1,14
Heno	4	2,51	0,63
Testigo	4	1,00	0,19
Carbón	5	2,70	0,67
Sigse	5	4,13	1,03
Cascarilla de arroz	5	4,71	1,18
Heno	5	3,32	0,83
Testigo	5	0,90	0,10

**Anexo 10: Medias de número de vaina verde P/total y P/neta**

Tratamientos	Bloques	Nº de vainas parcela total	Nº de vainas parcela neta
Carbón	1	309	77
Sigse	1	287	72
Cascarilla de arroz	1	520	130
Paca de heno	1	258	62
Testigo	1	84	13
Carbón	2	270	62
Sigse	2	339	85
Cascarilla de arroz	2	513	128
Paca de heno	2	280	70
Testigo	2	108	20
Carbón	3	267	58
Sigse	3	613	134
Cascarilla de arroz	3	638	154
Paca de heno	3	384	95
Testigo	3	114	15
Carbón	4	362	90
Sigse	4	512	128
Cascarilla de arroz	4	594	148
Paca de heno	4	281	70
Testigo	4	112	21
Carbón	5	302	75
Sigse	5	462	106
Cascarilla de arroz	5	527	132
Paca de heno	5	371	93
Testigo	5	101	11

*Anexo 11: Medias de longitud de vaina y número de grano*

<b>Tratamientos</b>	<b>Bloques</b>	<b>Longitud de vaina (cm)</b>	<b>N° de grano</b>
Carbón	1	9,4	5,0
Sigse	1	9,4	4,5
Cascarilla de arroz	1	11,7	7,8
Heno	1	10,4	5,5
Testigo	1	7,9	3,7
Carbón	2	9,5	5,3
Sigse	2	11,2	7,1
Cascarilla de arroz	2	10,3	5,8
Heno	2	8,6	4,7
Testigo	2	9,0	4,7
Carbón	3	9,3	5,5
Sigse	3	10,3	6,6
Cascarilla de arroz	3	9,8	6,4
Heno	3	10,7	7,0
Testigo	3	9,4	5,5
Carbón	4	9,7	5,5
Sigse	4	11,6	8,0
Cascarilla de arroz	4	10,9	6,9
Heno	4	9,9	5,7
Testigo	4	9,8	5,8
Carbón	5	10,1	5,7
Sigse	5	10,7	7,0
Cascarilla de arroz	5	10,9	6,7
Heno	5	10,5	6,2
Testigo	5	9,3	5,1

*Anexo 12: Medias de diámetro de grano*

<b>Tratamientos</b>	<b>Bloques</b>	<b>Diámetro del grano (mm)</b>
Carbón	1	11,13
Sigse	1	10,81
Cascarilla de arroz	1	10,03
Heno	1	10,70
Testigo	1	9,78
Carbón	2	10,60
Sigse	2	10,20
Cascarilla de arroz	2	10,66
Heno	2	10,04
Testigo	2	9,10
Carbón	3	10,07
Sigse	3	10,64
Cascarilla de arroz	3	10,38
Heno	3	10,95
Testigo	3	9,80

Carbón	4	10,35
Sigse	4	10,67
Cascarilla de arroz	4	10,36
Heno	4	10,36
Testigo	4	10,50
Carbón	5	10,39
Sigse	5	9,87
Cascarilla de arroz	5	11,14
Heno	5	10,33
Testigo	5	10,86

*Anexo 13: Medias de peso de grano*

Tratamientos	Bloques	Peso del grano gr.
Carbón	1	333,64
Sigse	1	406,85
Cascarilla de arroz	1	534,33
Heno	1	444,26
Testigo	1	102,29
Carbón	2	379,63
Sigse	2	628,88
Cascarilla de arroz	2	664,30
Heno	2	573,59
Testigo	2	184,43
Carbón	3	308,93
Sigse	3	623,15
Cascarilla de arroz	3	740,29
Heno	3	761,49
Testigo	3	191,71
Carbón	4	369,20
Sigse	4	734,14
Cascarilla de arroz	4	761,85
Heno	4	584,61
Testigo	4	106,18
Carbón	5	416,48
Sigse	5	651,07
Cascarilla de arroz	5	676,41
Heno	5	706,85
Testigo	5	195,47

*Anexo 14: Medias de diversidad de arvenses*

Tratamientos	Bloques	30 días	60 días	90 días
Carbón	1	0,86	0,84	0,88
Sigse	1	1,31	1,32	1,29
Cascarilla de arroz	1	0,97	0,96	1,04
Heno	1	1,10	1,15	1,14
Testigo	1	1,40	1,50	1,52
Carbón	2	0,86	0,91	0,99
Sigse	2	1,02	0,89	1,04
Cascarilla de arroz	2	0,83	0,78	0,68
Heno	2	0,76	0,74	0,80
Testigo	2	1,29	1,25	1,43
Carbón	3	0,74	0,71	0,76
Sigse	3	1,29	1,14	1,21
Cascarilla de arroz	3	1,13	1,20	1,24
Heno	3	1,46	1,42	1,52
Testigo	3	1,28	1,15	1,21
Carbón	4	1,08	0,93	0,78
Sigse	4	0,65	0,64	0,83
Cascarilla de arroz	4	0,56	0,53	0,63
Heno	4	1,31	1,24	1,44
Testigo	4	1,20	1,22	1,28
Carbón	5	1,13	1,21	0,89
Sigse	5	0,66	0,67	0,91
Cascarilla de arroz	5	0,58	0,59	0,61
Heno	5	0,86	0,92	0,97
Testigo	5	1,24	1,21	1,16

*Anexo 15: Medias de dominancia de arvenses*

Tratamientos	Bloques	30 días	60 días	90 días
Carbón	1	0,41	0,39	0,39
Sigse	1	0,45	0,34	0,6
Cascarilla de arroz	1	0,48	0,3	0,44
Heno	1	0,53	0,41	0,45
Testigo	1	0,27	0,41	0,29
Carbón	2	0,55	0,54	0,42
Sigse	2	0,67	0,63	0,38
Cascarilla de arroz	2	0,37	0,52	0,33
Heno	2	0,43	0,53	0,5
Testigo	2	0,29	0,29	0,24
Carbón	3	0,43	0,43	0,32
Sigse	3	0,4	0,59	0,5
Cascarilla de arroz	3	0,41	0,55	0,48
Heno	3	0,32	0,21	0,33
Testigo	3	0,39	0,41	0,41
Carbón	4	0,59	0,67	0,63
Sigse	4	0,5	0,48	0,45
Cascarilla de arroz	4	0,59	0,67	0,63

Heno	4	0,29	0,28	0,31
Testigo	4	0,27	0,23	0,37
Carbón	5	0,59	0,47	0,48
Sigse	5	0,5	0,33	0,24
Cascarilla de arroz	5	0,76	0,7	0,56
Heno	5	0,55	0,46	0,45
Testigo	5	0,27	0,29	0,29

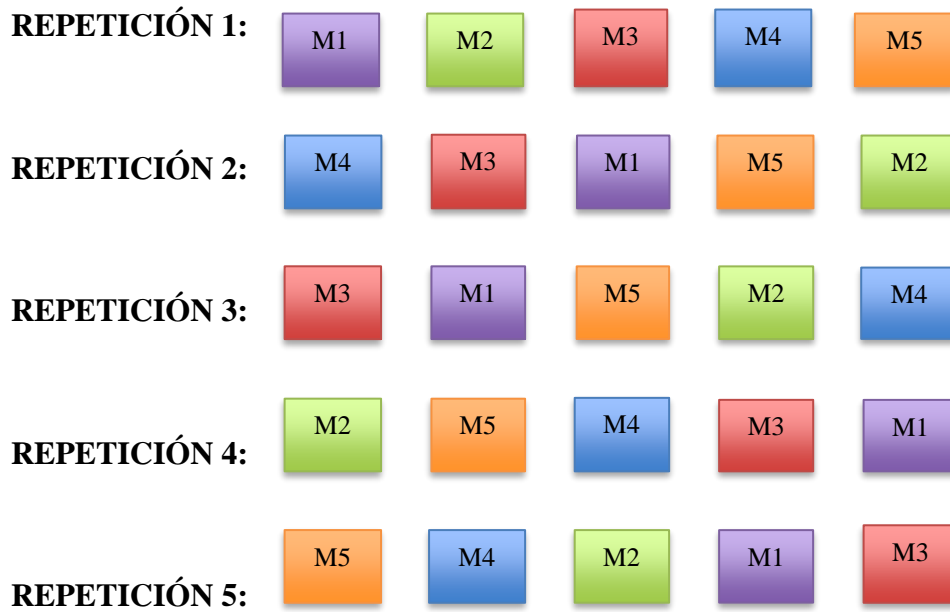
*Anexo 16: Identificación y rotulación del diseño experimental*



*Anexo 17: Levantamiento y trazado de parcelas*



*Anexo 18: Croquis de la ubicación de los tratamientos en la parcela*



*Anexo 19: Aplicación de abono de fondo (Nutriabono)*



*Anexo 20: Realización de hoyo*



*Anexo 21: Obtención de plántulas de arveja variedad Numérica*



*Anexo 22: Trasplante de las plántulas de arveja variedad Numérica*



*Anexo 23: Aplicación de los mulch orgánicos y bandas plásticas*







*Anexo 24: Riego por aspersión en el área de estudio*









*Anexo 25: Identificación del número de plantas a tomar en cuenta para toma de datos.*







*Anexo 26: Toma de datos (% de prendimiento, altura de la planta y diámetro del tallo)*

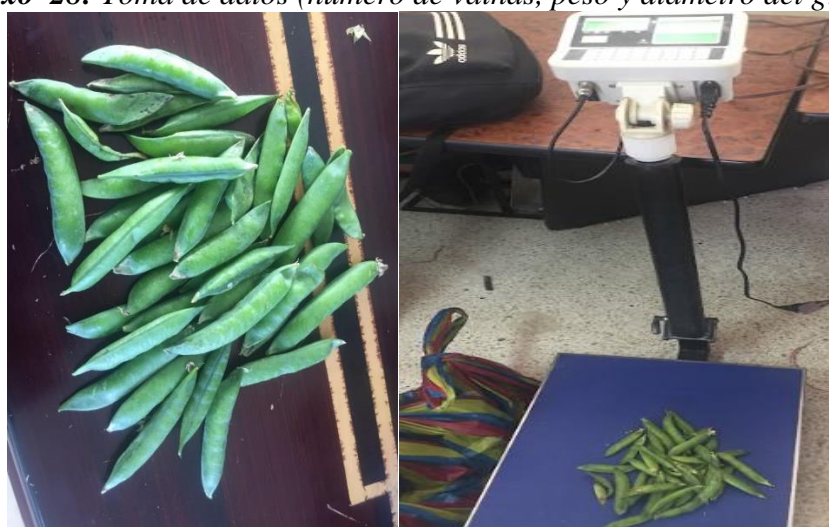


**Anexo 27: Identificación de arvenses**  
**Listado de las arvenses identificadas**

<b>Especies</b>	
<p>Kikuyo  <i>(Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiov)</i></p>	<p>Falsa quinua  <i>(Chenopodium álbum)</i></p>
	
<p>Golondrian  <i>(Boerhavia erecta L)</i></p>	<p>Canayuyo  <i>(Sonchus oleraceus)</i></p>
	
<p>Cineraria  <i>(Jacobaea maritima)</i></p>	<p>Ambrosia común  <i>(Ambrosia spp. )</i></p>
	

<p>Trébol (<i>Trifolium spp</i>)</p>	<p>Diente de león (<i>Taraxacum officinale</i>)</p>
	
<p>Pacoyuyo (<i>Galinsoga parviflora</i>)</p>	<p>Malva silvestre (<i>Malva sylvestris</i>)</p>
	

Anexo 28: Toma de datos (número de vainas, peso y diámetro del grano)







*Anexo 29: Realización de toma de muestra de suelo para su previo análisis final*



Anexo 30: Resultado del análisis químico final del suelo en el INIAP



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS  
 Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.  
 Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240  
 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 23-0213

NOMBRE DEL CLIENTE: Leica Córdova Ibeth Adriana  
 PETICIONARIO: Leica Córdova Ibeth Adriana  
 EMPRESA/INSTITUCIÓN: Leica Córdova Ibeth Adriana  
 DIRECCIÓN: Barrio El Dorado

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:  
 HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:  
 FECHA DE ANÁLISIS:  
 FECHA DE EMISIÓN:  
 ANÁLISIS SOLICITADO:

28/06/2023  
 11:07  
 03/07/2023  
 11/07/2023  
 53

Análisis	Ph	N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN	
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural					
23-1135	8,98	Al	11,37	B	26,24	A	13,44	M	1,46	M	3,70	A	29,65	A	3,21	A	0,42	B	4,9	A	14	B	2,1	B	9,22	0,87	8,88	36,56	1,5	B					Mulch de Carbón
23-1136	9,03	Al	11,09	B	32,35	A	11,06	B	1,22	M	3,49	A	29,11	A	3,46	A	0,21	B	4,8	A	14	B	3,1	B	8,40	0,99	9,32	36,07	1,63	B					Mulch de Cascarilla de arroz
23-1137	9,38	Al	6,94	B	22,81	A	18,23	M	1,90	M	3,37	A	27,93	A	2,73	A	0,28	B	5,7	A	13	B	1,7	B	10,25	0,81	9,10	34,03	0,96	B					Testigo
23-1138	9,01	Al	9,13	B	34,82	A	8,84	B	1,23	M	3,87	A	32,05	A	3,88	A	0,20	B	4,8	A	13,9	B	3,5	B	8,27	1,00	9,27	39,80	1,3	B					Mulch de Heno
23-1139	9,13	Al	6,98	B	25,97	A	10,10	B	1,24	M	3,50	A	30,53	A	3,66	A	0,32	B	5,0	A	16,1	B	3,3	B	8,34	1,04	9,76	37,69	1,31	B					Mulch de Sigse

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*		N. Total	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g		NS	%	ppm	meq/100g	ppm	ppm		
23-1212				0,92	NS							Mulch de Carbón
23-1213				0,85	NS							Mulch de Cascarilla de arroz
23-1214				1,15	NS							Testigo
23-1215				0,75	NS							Mulch de Heno
23-1216				0,75	NS							Mulch de Sigse

OBSERVACIONES:

\* Ensayos no solicitados por el cliente

Activar Window  
 Ve a Configuración

Anexo 31: Resultado del análisis biológico final de suelo en ABISRE



*Somos forjadores de una agricultura saludable y eficiente*

mail: [abisre.cor@gmail.com](mailto:abisre.cor@gmail.com); Telf.: (02) 2476 0171 – 0980513181-098574333

**Reporte de Laboratorio**

**RESULTADOS**

**Muestra N°1: M1**

MUESTRA	PRUEBA	RESULTADO
testigo	Recuento de mesófilos aerobios	$1.5 \times 10^5$ ucf/ml
	Recuento de hongos patógenos	<i>Fusarium sp:</i> $1 \times 10^2$ pfc/ml <i>Acremonium sp:</i> $1 \times 10^2$ pfc/ml
	Recuento de hongos saprófitos	<i>Penicillium sp:</i> $1 \times 10^3$ pfc/ml
	Recuento de hongos benéficos	<i>Trichoderma sp:</i> $1 \times 10^2$ pfc/ml
<b>DEFINICION:</b> g: gramos de suelo UFC: unidad formadora de colonia. PFC: Propágulos formadores de colonia.		
<b>Observaciones:</b> La muestra de suelo tomada en finca.		

**PD:** El resultado de los análisis de laboratorio solo aplica para la muestra procesada.





**ABIS** R&E  
Agro Blo Soluciones

*Somos forjadores de una agricultura saludable y eficiente*

mail: [abisre.cor@gmail.com](mailto:abisre.cor@gmail.com); Telf.: (02) 2476 0171 – 0980513181-098574333

### Reporte de Laboratorio

#### RESULTADOS

#### Muestra N°2: M2

MUESTRA	PRUEBA	RESULTADO
Mulch heno	Recuento de mesófilos aerobios	2.7x10 <sup>5</sup> ucf/ml
	Recuento de hongos patógenos	<i>Pernospora</i> : 1x10 <sup>2</sup> Pfc/ml <i>Fusarium sp</i> : 1x10 <sup>2</sup> Pfc/ml
	Recuento de hongos saprófitos	<1 Pfc/ml
	Recuento de hongos benéficos	<i>Paecilomyces sp</i> : 1x10 <sup>2</sup> Pfc/ml
<b>DEFINICION:</b> g: gramos de suelo UFC: unidad formadora de colonia. PFC: Propágulos formadores de colonia.		
<b>Observaciones:</b> La muestra de suelo tomada en finca.		

**PD:** El resultado de los análisis de laboratorio solo aplica para la muestra procesada.

### Reporte de Laboratorio

#### RESULTADOS

##### Muestra N°3: M3

MUESTRA	PRUEBA	RESULTADO
Mulch cascarilla	Recuento de mesófilos aerobios	$6.2 \times 10^4$ ucf/ml
	Recuento de hongos patógenos	<i>Acremonium sp</i> : $1 \times 10^3$ Pfc/ml <i>Pernospora</i> : $1 \times 10^3$ Pfc/ml
	Recuento de hongos saprófitos	<i>Penicillium sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml
	Recuento de hongos benéficos	<i>Beauveria sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml <i>Trichoderma sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml
<b>DEFINICION:</b> g: gramos de suelo UFC: unidad formadora de colonia. PFC: Propágulos formadores de colonia.		
<b>Observaciones:</b> La muestra de suelo tomada en finca.		

**PD:** El resultado de los análisis de laboratorio solo aplica para la muestra procesada.

### Reporte de Laboratorio

#### RESULTADOS

##### Muestra N°4: M4

MUESTRA	PRUEBA	RESULTADO
Mulch carbon	Recuento de mesófilos aerobios	$4.5 \times 10^4$ ucf/ml
	Recuento de hongos patógenos	<i>Fusarium sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml
	Recuento de hongos saprófitos	<i>Penicillum sp</i> : $1 \times 10^4$ Pfc/ml
	Recuento de hongos benéficos	<i>Paecilomyces sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml <i>Gliocladium sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml
<b>DEFINICION:</b> g: gramos de suelo UFC: unidad formadora de colonia. PFC: Propágulos formadores de colonia.		
<b>Observaciones:</b> La muestra de suelo tomada en finca.		

**PD:** El resultado de los análisis de laboratorio solo aplica para la muestra procesada.



**ABIS** R&E  
Agro Blo Soluciones

*Somos forjadores de una agricultura saludable y eficiente*

mail: [abisre.cor@gmail.com](mailto:abisre.cor@gmail.com); Telf.: (02) 2476 0171 – 0980513181-098574333

## Reporte de Laboratorio

### RESULTADOS

#### Muestra N°5: M5

MUESTRA	PRUEBA	RESULTADO
Mulch sigse	Recuento de mesófilos aerobios	$4.5 \times 10^4$ ucf/ml
	Recuento de hongos patógenos	<i>Acremonium sp</i> : $1 \times 10^3$ Pfc/ml <i>Pernospora sp</i> : $1 \times 10^4$ Pfc/ml <i>Fusarium sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml
	Recuento de hongos saprófitos	<i>Aspergillus sp</i> : $1 \times 10^4$ Pfc/ml
	Recuento de hongos benéficos	<i>Trichoderma sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml <i>Paecilomyces sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml <i>Beauveria sp</i> : $1 \times 10^2$ Pfc/ml
<b>DEFINICION:</b> g: gramos de suelo UFC: unidad formadora de colonia. PFC: Propágulos formadores de colonia.		
<b>Observaciones:</b> La muestra de suelo tomada en finca.		

**PD:** El resultado de los análisis de laboratorio solo aplica para la muestra procesada.

## Anexo 32: Aval del traductor



CENTRO  
DE IDIOMAS

### ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN EL TERCER CICLO VEGETATIVO CON EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN CUATRO DIFERENTES TIPOS DE MULCH ORGÁNICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA TERRAZA 13, SALACHE 2023”** presentado por: **Leica Córdova Ibeth Adriana** egresada de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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


Latacunga, Agosto del 2023.

Atentamente,

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
CC: 0502666514



*Anexo 33: Hoja de vida de los investigadores*

FICHA SITH								
								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANA	2150096994			IBETH ADRIANA	LEICA CÓRDOVA	24/05/2000		SOLTERA
TELÉFONOS		DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
023652331	0989478123	LIBERTADOR BOLÍVAR	MARTHA ROLDOS	s/n	EDIFICIO TURQUESA	SUCUMBIOS	LAGO AGRIO	NUEVA LOJA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO CELULAR	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA		ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA		ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA
0989478123		<a href="mailto:ibeth.leica6994@utc.edu.ec">ibeth.leica6994@utc.edu.ec</a>	<a href="mailto:adrianaleicacordova24@gmail.com">adrianaleicacordova24@gmail.com</a>	MESTIZA				
DATOS FAMILIARES								
CEDULA	FECHA DE NACIMIENTO	NOMBRES	APELLIDOS	PARENTEZCO	TELÉFONO CELULAR	TELÉFONO DOMICILIO	DISCAPACIDAD	DIRECCIÓN
2100276357	05/03/1979	NANCY MARLENI	CÓRDOVA CÓRDOVA	MADRE	0980586773	023652331		NUEVA LOJA

---

Ibeth Adriana Leica Córdova

FICHA SIITH

Favor ingresar todos los datos solicitados, con absoluta veracidad, esta información es indispensable para el ingreso de los servidores públicos al Sistema Informático Integrado de Talento Humano (SIITH)



DATOS PERSONALES

NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANA	1801902907			GUADALUPE DE LAS MERCEDES	LOPEZ CASTILLO	1/1/1964		DIVORCIADA
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	GENERO	TIPO DE SANGRE
				7/4/1997	7/4/1997	7/4/1997	FEMENINO	ORHPOSITIVO
MODALIDAD DE INGRESO LA INSTITUCIÓN			FECHA INICIO	FECHA FIN	N° CONTRATO	CARGO	UNIDAD ADMINISTRATIVA	
NOMBRAMIENTO			14/2/2001					

TELÉFONOS

DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANETE

TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
32808431	984519333	Primero de abril	Rusvelt	s/n	Ingreso Betlemitas	Cotopaxi	Latacunga	Ignacio Flores

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA

TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA
32266164		<a href="mailto:guadalupe.lopez@utc.edu.ec">guadalupe.lopez@utc.edu.ec</a>	<a href="mailto:gualomercedeslopez@hotmail.com">gualomercedeslopez@hotmail.com</a>	MESTIZO		

FORMACIÓN ACADÉMICA

NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENESCYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TITULO OBTENIDO	EGRESADO	AREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAIS
TERCER NIVEL	1010-03-354357	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	INGENIERO AGRONOMO					
4TO NIVEL - MAERSTRÍA	1020-07-668513	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	MAGISTER EN GESTION DE LA PRODUCCION					
4TO NIVEL - MAERSTRÍA	1058-2020-2241450	UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA	AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y VETERINARIA					