



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

EVALUACION DEL CULTIVO DE ARVEJA CHAUCHA (*Pisium sativum*) PREVIA A LA INCORPORACION DE ABONO VERDE DE AVENA (*Avena sativa*) CON TRES ENMIENDAS QUIMICAS EN TERRAZAS DE BANCO EN EL SECTOR SALACHE, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2021-2022.

---

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA

**Autora:**  
Llamusunta Guasgua Shirley Edith

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

LATACUNGA-ECUADOR  
MARZO 2022

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Shirley Edith Llamusunta Guasgua, con cédula de ciudadanía No. 172100736-5, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA CHAUCHA (*PISUM 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 COTOPAXI 2021 - 2022**. Siendo la Ingeniera. Mg Guadalupe de las Mercedes López Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 12 de marzo del 2022

Llamusunta Guasgua Shirley Edith

Estudiante

CC: 1721007365

Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López

Castillo

Docente Tutor

CC: 1801902907

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Llamusunta Guasgua Shirley Edith, identificada con cédula de ciudadanía 1721007365, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA CHAUCHA (*PISUM 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 COTOPAXI 2021 - 2022”** 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: abril 2017 – agosto 2017

Finalización de la carrera: octubre 2021 – abril 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de marzo del 2022

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

Tema: “Evaluación del cultivo de arveja caucha (*Pisum sativum*) luego de la incorporación de abono verde de avena (*Avena sativa*) con tres enmiendas químicas en el sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021 - 2022”

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

establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

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

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

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad Latacunga, a los 10 días del mes de marzo del 2022

Shirley Edith Llamusunta Guasgua  
**EI CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez  
**LA CESIONARIA**

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

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

**“ EVALUACION DEL CULTIVO DE ARVEJA CHAUCHA (*Pisum 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 COTOPAXI 2021 - 2022”**, de Llamusunta Guasgua Shirley Edith, de la carrera de Ingeniería Agronómica considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 12 de marzo del 2022

Ing. Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

**DOCENTE TUTOR**

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: **Llamusunta Guasgua Shirley Edith**, con el título del Proyecto de Investigación: “**EVALUACION DEL CULTIVO DE ARVEJA CHAUCHA (*Pisum 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 COTOPAXI 2021 - 2022**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 12 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Ph.D. Jorge Troya Sarsoza

CC: 0501645568

Lector 2

Ing. MSc. Guido Yauli Chicaiza

CC: 0501604409

Lector 3

Ing. Mg. Ph.D. Edwin Chancusig Espin

CC. 0501148837

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a dios por guiar mi camino día con día.

A mi abuelita Rosa Guasgua por a verme cuidado, apoyado y alentado para que no me rinda en este largo camino por acompañarme como lo prometió día a día hasta cuando dios la tuvo con vida.

a todos mis familiares en especial a mi madre por creer en mí y apoyarme en mis estudios a mis amigos por darme fuerza.

A mis docentes que me guiaron en el proceso para obtener mi título universitario.

A mi tutora por el tiempo dedicado y por los conocimientos brindados.

**Shirley Edith Llamusunta Guasgua**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico sin duda alguna y de la manera más especial a mi abuelita por haber sido el pilar fundamental en mi vida, en mis decisiones y sobre todo en mi carrera universitaria dándome la fuerza que a veces perdía y apoyándome incondicionalmente con sus consejos y sus palabras de ánimo.

A todos mis familiares y amigos que creyeron en mí y me decían “tu puedes no te rindas, lo vas a lograr el camino es largo, pero no imposible”.

**Shirley Edith Llamusunta Guasgua**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “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”.

AUTOR: Llamusunta Guasgua Shirley Edith

### 1. RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad evaluar el 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 la Universidad Técnica de Cotopaxi sector Salache (CEYPSA), se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en un arreglo factorial de 3X3+1 con 3 repeticiones. Los resultados de la investigación nos dicen que para el porcentaje de germinación el sulfato de amonio con dosis de 400kg/Ha obtuvo una media de 60,83%. En la altura de la misma manera el mejor tratamiento fue el sulfato de amonio con dosis de 400kg/Ha obteniendo una media de 70,97% a los 90 días. En el diámetro de la planta el sulfato de amonio con dosis de 400kg/Ha obtuvo una media de 1,56% a los 90 días. En el número de flores el tratamiento de sulfato de amonio con dosis de 400kg/Ha obtuvo un promedio del 3,53%. En el número de vainas el sulfato de amonio con dosis de 400kg/Ha obtuvo el 21,27%. en longitud de la vaina el tratamiento de sulfato de amonio con una dosis de 400kg/Ha obtuvo el 7,78%. En número de arvejas por vaina el sulfato de amonio con dosis de 400kg/Ha obtuvo el 115,23% y en el peso de la arveja cosechada el sulfato de amonio con dosis de 400kg/ha tuvo un mejor resultado con un 2,74%. Al inicio el porcentaje de nitrógeno de 41%, el fósforo con 47,6% y el potasio con 3,25%, al final el nitrógeno bajo a 5,64%, el fósforo bajo a 42,3% y el potasio subió a 4,09%, el porcentaje de materia orgánica bajo de 1,9% al inicio a un 0,3% al final, en cuanto al pH tuvo un cambio de 9,71 al inicio a un 9,64 al final del ensayo. En el análisis comparativo de los tratamientos en el proyecto de investigación se obtuvo que el T4 (sulfato de amonio 400 kg/ha) obtuvo la relación más alta en costo beneficio es decir que por cada dólar invertido se recupera un costo beneficio de 0,36. Y el de menor rentabilidad fue el T10 (testigo), es decir que por cada dólar invertido no se obtiene un beneficio significativo, el costo beneficio de ese tratamiento es de 0,025 siendo el valor más bajo en la tabla. Debido a los resultados expuestos la conclusión es que la aplicación de sulfato de amonio es muy buena para mejorar los suelos erosionados de CEASA.

**Palabras clave:** Arveja, abonos verdes, enmiendas químicas, pH.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** "EVALUATION OF THE CULTIVATION OF CHAUCHA VEGETABLES (*Pisium sativum*) PRIOR TO THE INCORPORATION OF OAT GREEN MANURE (*Avena sativa*) WITH THREE CHEMICAL AMENDMENTS IN BANK TERRACES IN THE SECTOR SALACHE, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCE OF COTOPAXI 2021-2022".

**AUTHOR:** Llamusunta Guasgua Shirley Edith

### ABSTRACT

The purpose of this research work was to evaluate the cultivation of pea chaucha (*Pisium sativum*) prior to the incorporation of oat green manure (*Avena sativa*) with three chemical amendments in bench terraces at the Technical University of Cotopaxi Salache sector (CEYPSA), an experimental design of completely randomized blocks (DBCA) in a factorial arrangement of 3X3+1 with 3 replications was carried out. The results of the research show that for the germination percentage, ammonium sulfate with a dose of 400kg/Ha obtained an average of 60.83%. In height, the best treatment was ammonium sulfate with a dose of 400kg/Ha, obtaining an average of 70.97% after 90 days. In plant diameter, ammonium sulfate with a dose of 400kg/Ha obtained an average of 1.56% at 90 days. In the number of flowers, the ammonium sulfate treatment with a dose of 400kg/Ha obtained an average of 3.53%. In the number of pods, the ammonium sulfate treatment with a dose of 400kg/Ha obtained 21.27%. In pod length, the ammonium sulfate treatment with a dose of 400kg/Ha obtained 7.78%. In number of peas per pod, ammonium sulfate with a dose of 400 kg/ha obtained 115.23% and in weight of harvested peas, ammonium sulfate with a dose of 400 kg/ha had a better result with 2.74%. At the beginning the percentage of nitrogen was 41%, phosphorus 47.6% and potassium 3.25%, at the end nitrogen decreased to 5.64%, phosphorus decreased to 42.3% and potassium increased to 4.09%, the percentage of organic matter decreased from 1.9% at the beginning to 0.3% at the end, the pH changed from 9.71 at the beginning to 9.64 at the end of the trial. In the comparative analysis of the treatments in the research project, T4 (ammonium sulfate 400 kg/ha) obtained the highest cost-benefit ratio, that is, for each dollar invested, a cost-benefit of 0.36 was recovered. And the one with the lowest profitability was T10 (control), i.e. for each dollar invested no significant benefit is obtained, the cost benefit of this treatment is 0.025, being the lowest value in the table. Due to the above results, the conclusion is that the application of ammonium sulfate is very good for improving the eroded soils of CEASA.

**Key words:** peas, green manures, chemical amendments, pH.

## 2. INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
1. RESUMEN.....	x
2. INDICE GENERAL .....	xii
3. Índice de Gráficos.....	xv
4. Índice de TABLAS.....	xv
5. INFORMACION GENERAL.....	1
6. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO .....	3
7. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	4
8. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIOS.....	5
9. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
10. OBJETIVOS.....	6
10.1 GENERAL .....	6
10.2 ESPECIFICO .....	6
11. Actividades y sistemas de tarea en relación a los objetivos planteados.....	7
12. MARCO TEORICO.....	9
12.1 Arveja.....	9
12.2 Taxonomía.....	9
12.3 Ciclo vegetativo .....	9
13. Etapas Fenológicas .....	10
13.1 Pre germinación: .....	10
13.2 Germinación:.....	10
13.3 Formación de hojas verdaderas:.....	10
13.4 Desarrollo vegetativo: .....	10
13.5 Floración: .....	10
13.6 Fructificación:.....	11
13.7 Maduración de frutos:.....	11
13.8 Plagas .....	11
13.9 Barrenador del tallo de la arveja ( <i>Melanogromyza lini</i> ).....	11
13.10 Minador de la arveja ( <i>Liriomyza</i> sp.).....	11

14.	Enfermedades .....	12
14.1	Oídio.....	12
14.2	Fusarium .....	12
15.	EL SUELO .....	12
15.1	pH del suelo.....	12
15.2	Propiedades físicas del suelo .....	13
15.3	Estructura del suelo.....	13
15.4	Propiedades químicas del suelo.....	13
15.5	Erosión del suelo .....	14
16.	ENMIENDAS QUÍMICAS .....	14
16.1	Urea .....	14
16.2	Sulfato de amonio .....	15
16.3	Azufre.....	15
17.	METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	15
17.1	Materiales .....	15
17.2	Maquinaria y equipo .....	15
17.3	Materiales para campo.....	15
18.	CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN.....	16
19.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	17
19.1	H1POTESIS.....	17
	HI.....	17
	H0.....	17
20.	OPERACIÓN DE VARIANZA.....	17
21.	VARIABLES A EVALUAR.....	18
21.1	Variables dependientes .....	18
21.2	Variables independientes .....	18
21.3	Porcentaje de germinación.....	18
21.4	Altura de la planta .....	18
21.5	Diámetro del tallo.....	19
21.6	Numero de flores .....	19
21.7	Numero de vainas .....	19
21.8	Longitud de la vaina.....	19
21.9	Numero de arvejas por vaina.....	19
21.10	Peso de la arveja cosechada .....	19
22.	FACTORES EN ESTUDIO .....	19

22.1	Factor a. Enmiendas químicas .....	19
22.2	Factor b. Dosis .....	20
23.	METODOLOGIAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
23.1	Diseño experimental .....	20
23.2	Tratamientos .....	20
24.	ANALISIS ESTADISTICO Y FUNCIONAL.....	21
25.	CARACTERISTICAS DE LA ARCELA.....	21
26.	METODOLOGÍA .....	22
26.1	Área de estudios.....	22
26.2	Preparación del terreno.....	22
26.3	Toma de datos.....	22
26.4	Riego .....	22
26.5	Tutorado .....	22
26.6	Deshierbe .....	23
26.7	Controles fitosanitarios .....	23
26.8	Cosecha .....	23
26.9	Muestreo del área de estudio final.....	23
27.	ANALISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS .....	23
27.1	Variable porcentaje de germinación en la investigación denominada .....	23
27.2	Altura de planta en (cm) a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días .....	26
27.3	Diámetro del tallo en (cm) a los 15, 30,45, 60, 75 y 90 días .....	31
27.4	Número de flores .....	35
27.5	Número de vainas .....	37
27.6	Longitud de la vaina.....	40
27.7	Numero de arvejas por parcela .....	42
27.8	Peso de la arveja cosechada .....	47
27.9	Interpretación de las Propiedades Químicas del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos del INIAP estación Santa Catalina. ....	51
27.10	Clase textura del suelo de donde se realizó el ensayo .....	52
27.11	Análisis del pH y MO inicial y final.....	53
27.12	Análisis de los Nutrientes Inicial-Final.....	54
28.	ESTUDIO DEL COSTO BENEFICIO DEL CULTIVO DE ARVEJA ( <i>Pisium sativum</i> ) .....	56
28.1	ANALISIS FINANCIERO .....	57
29.	CONCLUSIONES .....	59
30.	RECOMENDACIONES .....	59
31.	REFERENCIAS.....	60

32.	NEXOS .....	63
33.	FOTOGRAFIAS.....	67

### 3. ÍNDICE DE GRÁFICOS

grafico 1	Variable tratamientos en porcentaje de germinación.....	25
grafico 2	Variable testigo vs resto en porcentaje de germinación. ....	26
grafico 3	Variable tratamientos en altura de la planta a los 90 días.....	28
grafico 4	Variable factor b en altura de la planta a los 90 días.....	28
grafico 5	Variable factor a * factor b en altura de la planta a los 90 días .....	29
grafico 6	Variable testigo vs resto en altura de la planta a los 30, 45, 60 y 90 días.....	30
grafico 7	Variable diámetro de la planta en tratamientos .....	33
grafico 8	Variable diámetro de la planta en tratamientos .....	34
grafico 9	Variable diámetro de la planta en testigo vs resto .....	34
grafico 10	Variable número de flores en tratamientos .....	36
grafico 11	Variable número de flores en testigo vs resto .....	37
grafico 12	Variable número de vainas en tratamientos .....	38
grafico 13	Variable número de vainas en factor a* factor b.....	39
grafico 14	Variable número de vainas en testigo vs resto .....	40
grafico 15	Variable longitud de la vaina en tratamientos .....	41
grafico 16	Variable longitud de la vaina en tratamientos .....	42
grafico 17	Variable número de arvejas por parcela en tratamientos .....	44
grafico 18	Variable número de arvejas por parcela en factor a .....	45
grafico 19	Variable número de arvejas por parcela en factor b .....	45
grafico 20	Variable número de arvejas por parcela en factor a* factor b.....	46
grafico 21	Variable número de arvejas por parcela en testigo vs resto .....	47
grafico 22	Variable peso de la arveja cosechada en tratamientos .....	49
grafico 23	Variable peso de la arveja cosechada en factor a* factor b .....	50
grafico 24	Variable peso de la arveja cosechada en testigo vs resto.....	50
grafico 25	Análisis del pH y MO inicial y final.....	53
grafico 26	Análisis de los nutrientes Inicial-Final.....	54
grafico 27	Relación costo beneficio .....	58

### 4. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Erosión actual del cantón Latacunga .....	5
Tabla 2	Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados. ....	7
Tabla 3	Taxonomía de la arveja .....	9
Tabla 4	Características del sitio de investigación .....	16
Tabla 5	Operación de varianzas .....	17
Tabla 6	Tratamientos del ensayo experimental.....	20
Tabla 7	Esquema del ADEVA .....	21
Tabla 8	características de la parcela de investigación .....	21
Tabla 9	ADEVA para el porcentaje de germinación.....	23
Tabla 10	Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de germinación. ....	24
Tabla 11	Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable porcentaje de germinación. ....	25
Tabla 12	ADEVA para la variable altura de planta.....	26

Tabla 13 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en altura de la planta a los 90 días. ....	27
Tabla 14 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor b en altura de la planta a los 90 días. ....	28
Tabla 15 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a* factor b a los 90 días, en altura de la planta	29
Tabla 16 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto a los 15, 30, 45, 60 y 90 días, en altura de la planta.....	30
Tabla 17 Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo .....	31
Tabla 18 análisis de la prueba de Tukey al 5% en tratamientos a los 30 días, en diámetro del tallo. ...	32
Tabla 19 Análisis de la prueba del Tukey al 5% en tratamientos a los 90 días en diámetro del tallo. ..	33
Tabla 20 Análisis de la prueba del Tukey al 5% en testigo vs resto a los 90 días en diámetro del tallo. ....	34
Tabla 21 Análisis de varianza para la variable número de flores .....	35
Tabla 22 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en número de flores .....	35
Tabla 23 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en número de flores .....	36
Tabla 24 Análisis de varianza para la variable número de vainas .....	37
Tabla 25 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en número de vainas .....	38
Tabla 26 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a * factor b en número de vainas.....	39
Tabla 27 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en número de vainas .....	40
Tabla 28 Análisis de varianza para la variable longitud de la vaina .....	40
Tabla 29 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en longitud de la vaina.....	41
Tabla 30 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en longitud de la vaina .....	42
Tabla 31 Análisis de varianza para la variable número de arvejas por parcela .....	42
Tabla 32 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos de número de arvejas por parcela.....	43
Tabla 33 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a de número de arvejas por parcela .....	44
Tabla 34 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor b de número de arvejas por parcela.....	45
Tabla 35 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a * factor b de número de arvejas por parcela	46
Tabla 36 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto de número de arvejas por parcela ....	47
Tabla 37 Análisis de varianza para la variable peso de arveja cosechada.....	47
Tabla 38 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en peso de la arveja cosechada.....	48
Tabla 39 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a* factor b en peso de la arveja cosechada. ....	49
Tabla 40 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en peso de la arveja cosechada. ....	50
Tabla 41 Interpretación inicial y final.....	51
Tabla 42 Clase textura del suelo.....	52
Tabla 43 Costo beneficio del cultivo de arveja.....	56
Tabla 44 Analisis financiero.....	57

## **5. INFORMACION GENERAL**

### **Título**

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.

### **Lugar de ejecución.**

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

### **Institución, unidad académica y carrera que auspicia**

#### **Facultad que auspicia:**

Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

#### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica.

#### **Proyecto de investigación vinculado:**

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

#### **Nombres de equipo de investigadores**

#### **Equipo de trabajo**

**Directora:** Ing. Mg. Guadalupe López Castillo

**Lector 1:** Ing. PhD. Fabian Troya Sarsoza.

**Lector 2:** Ing. MSc. Guido Yauli Chicaiza

**Lector 3:** Ing. Mg. PhD. Edwin Chancusig Espin.

#### **Coordinador del proyecto**

**Autor:** Shirley Edith Llamusunta Guasgua

**Teléfono:** 0987538470

**Correo electrónico:** shirley.llamusunta7365@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento.**

Agricultura

Silvicultura y Pesca

Agronomía

**Línea de investigación:**

**Línea 2:** Conservación de suelos

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

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

**Línea de Vinculación**

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

## **6. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO**

En este trabajo de investigación se evaluó el 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. Para evaluar el cultivo de arveja primero se aplicó tres enmiendas químicas las cuales fueron (azufre, urea y sulfato de amonio) en diferentes tratamientos y dosis, luego se realizó la incorporación de abono verde de avena (*Avena sativa L.*), se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial de 3X3+1 con 3 repeticiones, se conoció las propiedades químicas del suelo después de la investigación. Al iniciar la investigación el suelo tenía un pH alto de 9.7 siendo este un suelo alcalino, luego de haber sembrado el cultivo de arveja se logró bajar el pH a 9.64, este análisis químico de suelo realizado nos ayudó a conocer: la materia orgánica que contiene el suelo también el nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio y hierro.

## 7. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En el cantón Latacunga; el porcentaje de erosión de los suelos es de 1,24 y el porcentaje de las áreas en proceso de erosión es de 9,40(Comité Nacional de Ordenamiento Territorial., 2014) por lo que se puede observar que la problemática es fuerte tanto a nivel mundial, nacional como a nivel local, por esta razón es necesario buscar y dar alternativas positivas para así ayudar con la conservación de suelos por lo cual se realizó el tema de investigación denominado 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 para poder recuperar los suelos erosionados de Salache, cooperando así a la alternativa de manejo y recuperación de suelos, convirtiéndolo en un suelo productivo.

Esta investigación es importante ya que al sembrar arveja ayudamos nutricionalmente al suelo debido a las grandes cantidades de proteínas, fibras y minerales que este cultivo proporciona al suelo.

Se espera que la investigación realizada ayude a frenar los procesos de erosión de suelos, transmitiendo también estos conocimientos a los futuros profesionales que se encuentren interesados en estas investigaciones.

## 8. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIONES

Agricultores de la zona.

Estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica.

## 9. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Hoy en día el mundo sufre una degradación y desertificación de grandes extensiones de tierra, las cuales son un problema que afecta directamente a 250 millones de personas en el mundo y 169 países también sufren estos efectos. Según (Fao, 2018) Alrededor del 25% de las tierras del mundo registran un alto grado de desertificación, convirtiéndose en un grave problema, cuyas consecuencias podrían ser devastadoras para la población.

(EL Comercio, 2018) Menciona que el Ecuador al igual que los diferentes países vive esta realidad ya que alrededor del 49% de las tierras del país se encuentran en degradación y el 22% de las tierras están en proceso de desertificación. En el país hay zonas en proceso de desertificación como la cuenca del río Jubones, que comprende a las provincias de Azuay, Loja y El Oro. Para Chiriboga, esto se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales a escala nacional. Provincias como Manabí, Santa Elena, Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi también muestran problemas.

Una de las amenazas más evidentes que presenta el cantón Latacunga es la gran afectación que tiene en cuanto a la degradación de suelos, ya que es considerada como una provincia agrícola en la Sierra central del Ecuador, por lo que la agricultura es una de las actividades para apoyar el desarrollo económico de la provincia.

Tabla 1 Erosión actual del cantón Latacunga

AREA		PORCENTAJE
Área erosionada	1726,9	1,24
Área en proceso de erosión	13034,8	9,40
<b>TOTAL</b>	14761,7	10,64

Fuente: (Comité Nacional de Ordenamiento Territorial., 2014)

## **10. OBJETIVOS**

### **10.1 GENERAL**

- Evaluar el 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.

### **10.2 ESPECIFICO**

- Determinar el abono verde que dio mejor resultado en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisium sativum*).
- Analizar el contenido de macro y micro nutrientes del suelo.
- Realizar costo beneficio del mejor tratamiento.

## 11. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el abono verde que dio mejor resultado en el desarrollo del cultivo de arveja (<i>Pisium sativum</i>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación y caracterización del área de estudio.</li> <li>Toma e interpretación de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposición de medio de estudio.</li> <li>Datos obtenidos de cada tratamiento</li> </ul>	<p>Croquis del diseño de investigación</p> <p>Identificación del mejor tratamiento.</p>
<p>1. Analizar el contenido de macro y micro nutrientes del suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de cada tratamiento</li> <li>Toma de muestras de suelo</li> <li>Interpretación de cada análisis de suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siembra del cultivo de arveja.</li> <li>Muestreo para el análisis del suelo.</li> <li>Obtención del mejor tratamiento.</li> </ul>	<p>Porcentaje de germinación, Altura de la planta, diámetro de la planta. Numero de floraciones</p> <p>pH, materia orgánica, nutrientes N, P, K</p> <p>Análisis de suelos.</p>

<p>2. Analizar costo beneficio del mejor tratamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma e interpretación de datos.</li> <li>• Rendimiento del cultivo</li> <li>• Características físicas de la arveja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizó la toma de datos cada 15 días hasta la cosecha.</li> <li>• Producción de la arveja en número de vainas.</li> <li>• Conocer las características físicas de la arveja.</li> </ul>	<p>Altura de la planta  Diámetro del tallo  Numero de floración</p> <p>La producción de arveja en kg/ha</p> <p>diámetro de la vaina  diámetro de la arveja</p>
---	--	---	--

Fuente: (Llamusunta 2022)

## 12. MARCO TEORICO

### 12.1 Arveja

Es una planta herbácea de la familia de las leguminosas, oriunda del viejo continente conocida y cultivada en Ecuador desde hace muchos años, sus granos tanto en tierno como en seco.(FENALCE, 2006)

### 12.2 Taxonomía

La arveja presenta la clasificación taxonómica que a continuación se describe

Tabla 3 Taxonomía de la arveja

Reino:	Plantae
Subreino:	Fanerógamas
División:	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase:	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae (Leguminosae)
Subfamilia:	Papilionoideae
Genero:	<i>Pisum</i>
Especie:	<i>Sativum</i>
Nombre Científico:	Pisumsativum L
Nombre Común:	Arveja, alverja, guisante, chícharo

**Fuente:**(MATTOS, 2011)

### 12.3 Ciclo vegetativo

Esta leguminosa en el país tiene un ciclo vegetativo corto entre la siembra y la cosecha de alrededor de cuatro meses para tierno y de cinco meses para seco. La siembra se realiza al comenzar las lluvias o en cualquier época del año si se dispone de riego. La semilla se siembra entre 2.5 y 5.0 cm., de profundidad. Para determinar las distancias y el sistema de siembra hay

que tener en cuenta la variedad, la tecnología a utilizar, el clima y el destino o uso de la cosecha (De Tres et al., 2015).

### **13. ETAPAS FENOLÓGICAS**

#### **13.1 Pre germinación:**

En condiciones adecuadas de temperatura y de humedad de la semilla comienza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño hasta el segundo día, luego comienza un proceso de gran actividad para posteriormente germinar. Existe pérdida de la permeabilidad de las membranas, la que provoca que una serie de exudados constituidos de glucosa, sacarosa, fructosa y maltosa se difundan en la superficie circundante e induzcan la germinación (De Tres et al., 2015).

#### **13.2 Germinación:**

La germinación empieza al cuarto día de la siembra; aparecen el hipocótilo y la radícula que empiezan a crecer el primero hacia la superficie del suelo y el otro en sentido contrario, la germinación es hipogea con la particularidad de que sus cotiledones no salen a la superficie debido a que el hipocótilo no se alarga (De Tres et al., 2015).

#### **13.3 Formación de hojas verdaderas:**

Esta emergencia ocurre a los 10 o 15 días de la siembra en donde la plúmula da paso al primer par de hojas verdaderas a partir de ese momento y bajo estas se hace visible el epicótilo estructura que lleva consigo dos hojas rudimentarias llamadas brácteas trífidas (De Tres et al., 2015).

#### **13.4 Desarrollo vegetativo:**

Empieza cuando la planta desarrolla las primeras hojas verdaderas, sucesivamente se forman los nudos vegetativos y el tallo principal comienza a ramificarse a partir del segundo nudo. El crecimiento del tallo continúa, las hojas, folíolos y zarcillos van apareciendo y las ramas se desarrollan igual que el tallo principal, pero de menor tamaño (De Tres et al., 2015).

#### **13.5 Floración:**

La floración se inicia de los 25 a 30 días de la siembra, en las variedades precoces y a los 40 o 45 días en las variedades de arvejas para consumo en fresco. Los botones florales, al formarse, crecen encerrados por las hojas superiores, produciéndose la fase de fecundación poco antes de que ocurra la apertura de flores (De Tres et al., 2015).

### **13.6 Fructificación:**

Una vez que ocurre el proceso de fecundación, los pétalos se vuelven al ovario fecundado, a continuación, se marchitan y se desprenden, dejando en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice. Por otra parte, los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen. Este hecho netamente morfológico comienza a los 125 días de la siembra y tiene una duración de 25 días aproximadamente (De Tres et al., 2015).

### **13.7 Maduración de frutos:**

Las vainas de los primeros nudos reproductivos, luego de lograr una primacía en el crecimiento sufren un retraso, que se presenta hasta el estado de madurez para consumo en verde. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en su totalidad cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde. La madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74 % y el tamaño promedio de los granos al obtener este estado de madurez es dependiente de los cultivares (De Tres et al., 2015).

### **13.8 Plagas**

De acuerdo con la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, la reducción de la consistencia de la siembra y semejanza del cultivo causan pérdidas sustanciales debido al ataque de plagas sobre los cultivos de arveja. (Básica, 2012)

#### **13.9 Barrenador del tallo de la arveja (*Melanogromyza lini*)**

Esta plaga trabaja perforando el tallo de la planta de la arveja desde la emergencia del cultivo hasta su floración, provocando que se torne amarillenta y se seque antes de que produzca las vainas, éstas son larvas de moscas. Normalmente aparece, e incluso aumenta, al momento de deshierbar ya que dicha actividad ocasiona que el color del suelo cambie como consecuencia de la falta de humedad que va perdiendo, este escenario es muy agradable para las moscas y éstas colocan huevos en la base del tallo. (Básica, 2012)

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

Son larvas de aproximadamente 2 mm de largo, éstas que se nutren y sustentan del parénquima de la planta. Colocan sus huevos en el envés de la hoja de la planta. (Básica, 2012)

## **14. ENFERMEDADES**

El cultivo de arveja se encuentra expuesto a un gran número de enfermedades fungosas, que generan limitantes de gran significancia en sus niveles de producción. Siendo las que afectan principalmente a estos cultivos, las siguientes:

### **14.1 Oídio**

Esta enfermedad presenta síntomas como manchas muy pequeñas de color amarillo en el haz de la hoja, conforme se desarrolla, las manchas se cubren de un polvo de color blanquecino, resultado de la mezcla de conidios y el micelio del hongo. La transmisión se realiza por semilla y se produce entre 45 a 48 horas si se presenta una temperatura entre 13 a 25° C.(Básica, 2012)

### **14.2 Fusarium**

Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de parches amarillos en las plantas durante las primeras fases de su desarrollo, puede llegar a causar la muerte de las plantas o dejarlas casi sin vida. El inicio del malestar se evidencia en el amarillamiento de las hojas bajas y posteriormente de las partes altas, desarrollando vainas muy pequeñas, enrojecimiento del interior del tallo a la altura de los entrenudos, y la pudrición de la raíz.(Básica, 2012)

## **15. EL SUELO**

El suelo es la capa de material fértil que recubre la superficie de la Tierra y que es explotada por las raíces de las plantas y a partir de la cual obtienen sostén, nutrimentos y agua. Desde una perspectiva ambiental, existen varias definiciones que incorporan su papel fundamental en los procesos ecosistémicos, debido a las funciones y servicios que realiza tales como la regulación y la distribución del flujo de agua o como amortiguador de los efectos de diversos contaminantes (Lozano-Rivas, 2018).

### **15.1 pH del suelo**

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, así como a la resolución de muchos procesos químicos que en él se producen. En general, el pH óptimo de estos suelos debe variar entre 6,5 y 7,0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables, y, por tanto, donde mejor se aportarán la mayoría de los cultivos. En cambio, también hay nutrientes (generalmente micro elementos) y cultivos que se adaptan mejor a pH más bien ácidos o básicos.(Richards, 2011)

## **15.2 Propiedades físicas del suelo**

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles. (Ravi et al., 1968)

## **15.3 Estructura del suelo**

Se la define como el arreglo de las partículas del suelo. Se debe entender por partículas, no solo las que fueron definidas como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones granulométricas. Por lo tanto, «partícula» designa a toda unidad componente del suelo, ya sea primaria (arena, limo, arcilla) o secundaria (agregado o unidad estructural). El arreglo entre las partículas del suelo, la estructura, determina el espacio entre las mismas, que son predominantemente macro porosos. Según el nivel de observación, se puede hablar de macro estructura o microestructura. La macro estructura, es el arreglo de las partículas secundarias y primarias visibles a simple vista. La microestructura es el arreglo de las partículas primarias para formar las secundarias; de ella depende en alto grado la macro estructura. Al atender a la microestructura, se observa que los componentes coloidales del suelo (plasma) actúan como cemento de los granos más gruesos (esqueleto). (Ravi et al., 1968)

## **15.4 Propiedades químicas del suelo**

La meteorización del material de partida por el agua determina, en gran medida, la composición química del suelo que por último se ha producido. Algunas sustancias químicas se lixivian en las capas inferiores del suelo donde se acumulan, mientras que otras sustancias químicas, que son menos solubles, quedan en las capas superiores del suelo. Las sustancias químicas que se eliminan con más rapidez son los cloruros y los sulfatos, a los que siguen el calcio, el sodio, el magnesio y el potasio.

Los silicatos y los óxidos del hierro y el aluminio se descomponen con mucha lentitud y apenas se lixivian. Cuando algunos de estos productos se ponen en contacto con el aire del suelo, tienen lugar reacciones químicas como, en particular la oxidación, que provoca la formación de sustancias químicas más solubles o más frágiles que las originales. En consecuencia, se aceleran los procesos de meteorización, aumenta la lixiviación de las sustancias químicas y se producen otros cambios en la composición química del suelo.(4. *Propiedades Químicas Del Suelo*, n.d.)

### **15.5 Erosión del suelo**

Los suelos alcalinos presentan un exceso de sodio intercambiable que a medida que incrementa su concentración empieza a reemplazar otros cationes. Los suelos alcalinos son comunes en regiones áridas y semiáridas, y generalmente son impermeables, lo que genera una lenta infiltración y flujo del agua a través del suelo, impidiendo un desarrollo óptimo de las plantas.(Richards, 2011)

En las condiciones alcalinas del suelo pueden ocurrir deficiencias de cobre, zinc y fósforo como consecuencia de una baja solubilidad por efecto de un pH básico. Si el suelo presenta un contenido elevado de carbonato de calcio puede generar una deficiencia de potasio, ya que éste puede lixiviarse fácilmente. En el mismo sentido, estos suelos pueden presentar bajas cantidades de nitrógeno debido a un pobre contenido de materia orgánica.(Fertilab, 1994)

## **16. ENMIENDAS QUÍMICAS**

La agricultura es un conjunto de intervenciones humanas que modifican los ecosistemas, para maximizar la producción deseada y minimizar las pérdidas de energía a lo largo de las cadenas tróficas. Una de estas intervenciones lo constituye la nutrición del cultivo, ya que en ésta es necesario suplir las necesidades de nutrientes de los cultivos para asegurar que se tendrá una buena producción (Eidgenossenschaft et al., n.d.)

### **16.1 Urea**

La urea es la principal fuente de fertilizante nitrogenado en el mundo, especialmente en los países en desarrollo. evolución; La ventaja de este fertilizante sobre otros fertilizantes es: un mayor contenido de nitrógeno puede Agregado al suelo antes de la siembra, ya que es un fertilizante ácido-reactivo, se puede usar En suelos neutros o ligeramente alcalinos, además de bajos costes de transporte por unidad de N y conduce más seguro.(Morales et al., 2019)

## **16.2 Sulfato de amonio**

El sulfato de amonio se usa principalmente cuando se requieren adiciones de nitrógeno (N) y azufre (S) para satisfacer Requerimientos nutricionales de las plantas en crecimiento. Como contiene solo un 21% de N, existen otros fertilizantes que contienen Mayores concentraciones y menores costos de manejo y envío. Sin embargo, es una gran fuente de S. Muchas funciones en las plantas, incluida la síntesis de proteínas. El sulfato de amonio se usa comúnmente en el suelo porque el grupo nitrógeno está en forma de amonio.(KG, 2019)

## **16.3 Azufre**

El azufre es un elemento común y abundante en la tierra, pero su disponibilidad no es suficiente para satisfacer el crecimiento de las plantas. Las principales fuentes de azufre en tierra son los volcanes y algunas rocas, mientras que los reservorios marinos son los sedimentos marinos y el agua de mar. Relación de azufre La cantidad utilizada para la agricultura es insignificante en comparación con la cantidad presente en los recursos naturales y generada por las actividades humanas (combustibles fósiles y gases industriales). Una contribución significativa del azufre a los suelos cultivables es la deposición del elemento a través de la lluvia ácida, resultado de la acumulación de azufre gaseoso en la atmósfera.(Corrales-Maldonado et al., 2014)

## **17. METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **17.1 Materiales**

### **17.2 Maquinaria y equipo**

- ✓ Camas
- ✓ Azadón
- ✓ Flexómetro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Calibrador

### **17.3 Materiales para campo**

- ✓ Estacas
- ✓ Piola
- ✓ Postes

- ✓ Grampas
- ✓ Martillo
- ✓ Alambre
- ✓ Piola de costal
- ✓ Abono orgánico
- ✓ Enmendadores de pH (Sulfato de amonio, urea, azufre)

## 18. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN

*Tabla 4 Características del sitio de investigación*

<b>Provincia:</b>	Cotopaxi	<b>Cultivo Nuevo</b>	Arveja
<b>Cantón</b>	Latacunga	<b>Sistema de siembra</b>	Manual
<b>Localidad</b>	Salache	<b>Superficie del ensayo</b>	332,52 m <sup>2</sup>
<b>Longitud</b>	78°37'14''w	<b>N° Parcelas</b>	30
<b>Latitud</b>	00°59'57''s	<b>Hileras por Parcela</b>	10
<b>Fecha de Siembra</b>	20 de Agosto del 2021	<b>Área de cada tratamiento</b>	7,50
<b>Altitud</b>	2800 m.s.n.m	<b>Distancia entre plántulas</b>	0,25 cm
<b>Cultivo anterior</b>	Avena	<b>Número de plántulas</b>	1,260
<b>Textura</b>	Franco arenoso	<b>Ph</b>	9,7
		<b>Distancia entre hileras</b>	0,35
		<b>Distancia de caminos</b>	0,50

Fuente: Shirley Llamusunta

## 19. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

### 19.1 HIPOTESIS.

HI.

La determinación del desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) con la incorporación de abono verde mejora el rendimiento.

H0.

La determinación del desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) con la incorporación de abono verde no mejora el rendimiento.

## 20. OPERACIÓN DE VARIANZA

Tabla 5 Operación de varianzas

Hipótesis	Variabes	Indicadores	Indicadores	Índices
La determinación del desarrollo del cultivo de arveja ( <i>Pisum sativum</i> ) con la incorporación de abono verde mejora el rendimiento.	<b>Variable indirecta.</b> La arveja ( <i>Pisum sativum</i> ).	<b>Variable dependiente.</b> Abono verde de avena		
			Porcentaje de germinación Altura de la planta Diámetro del tallo Número de flores Número de vainas Diámetro de la vaina Rendimiento	% cm mm # # mm

				kg
--	--	--	--	----

Fuente: Shirley Llamusunta

## 21. VARIABLES A EVALUAR

### 21.1 Variables dependientes

- Altura de la planta
- Diámetro de la planta
- Número de flores
- Número de vainas
- Longitud de la vaina
- Número de arvejas por vaina
- Peso de la arveja cosechada

### 21.2 Variables independientes

Abono verde (avena)

Enmiendas químicas (urea, sulfato de amonio y azufre)

Análisis de suelo (laboratorio DSA)

### 21.3 Porcentaje de germinación

Este dato se consideró los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que más del 70% de las plántulas germinaron, se procedió a tomar estos datos a los 15, 30 y 45 días.

### 21.4 Altura de la planta

se midió la altura de la planta en centímetros de 10 plantas tomadas al azar, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la planta, usando para ello un flexómetro este proceso se realizó cada 15 días (6 datos).

### **21.5 Diámetro del tallo**

Se escogió una muestra de 10 plantas tomadas al azar de toda la parcela, esta actividad se realizó cada 15 días para luego obtener un promedio este proceso se realizó con un calibrador digital, del cuello de la planta más o menos a la altura de 5cm se procedió a medir.

### **21.6 Numero de flores**

Esta variable se evaluó por unidad experimental, especificando 10 plantas, donde se contó el número de flores que aparecieron por planta.

### **21.7 Numero de vainas**

Se escogió una muestra de 10 plantas tomadas al azar de toda la parcela, dos días antes de realizar la cosecha, para luego contar el número de vainas de cada una, se expresa en número promedio de vainas por plantas.

### **21.8 Longitud de la vaina**

Se seleccionaron vainas de cada parcela y se midió su longitud con un flexómetro. Se expresó en cm./promedio/vaina.

### **21.9 Numero de arvejas por vaina**

Se escogió 50 vainas de cada parcela y se procedió a contabilizar el número de granos por vaina. Número de granos/vaina /planta/ parcela.

### **21.10 Peso de la arveja cosechada**

Se evaluó después de la cosecha en verde, obteniendo el peso promedio de cada tratamiento y cada repetición.

## **22. FACTORES EN ESTUDIO**

### **22.1 Factor a. Enmiendas químicas**

b1: urea

b2: sulfato de amonio

b3: azufre

## 22.2 Factor b. Dosis

a1: 400 kg/ha

a2: 800 kg/ha

a3: 1200 kg/ha

## 23. METODOLOGIAS/DISEÑO EXPERIMENTAL

### 23.1 Diseño experimental

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

### 23.2 Tratamientos

*Tabla 6 Tratamientos del ensayo experimental*

N° TR	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
T1	B1A1	urea con una dosis de 400kg/ha con 4,5 de biomasa
T2	B1A2	urea con una dosis de 800 kg/ha con 4,3 de biomasa
T3	B1A3	urea con una dosis de 1200 ha/kg con 5,63 de biomasa
T4	B2A1	sulfato de amonio con una dosis de 400 kg/ha con 3,43 de biomasa
T5	B2A2	amonio con una dosis de 800 kg/ha con 4,27 de biomasa
T6	B2A3	sulfato de amonio con una dosis de 1200 ha/kg con 4,37 de biomasa
T7	B3A1	azufre dosis de 400 kg/ha con 5 de biomasa
T8	B3A2	azufre con una dosis de 800kg/ha con 4,73 de biomasa
T9	B3A3	azufre con una dosis de 1200 ha/kg con 3,83 de biomasa
T10	Testigo	Testigo Absoluto ( sin enmienda) con 1,67 de biomasa

Fuente: (Shirley Llamusunta,2022)

## 24. ANALISIS ESTADISTICO Y FUNCIONAL

Tabla 7 Esquema del ADEVA

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

Fuente: Shirley Llamusunta

## 25. CARACTERISTICAS DE LA ARCELA

Tabla 8 características de la parcela de investigación

Características de las parcelas	
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	30
Área de cada tratamiento	7,50m
Distancia entre caminos	0,50 m
Largo de la parcela	5 m
Ancho de la parcela	1,25 cm
Número de plantas por parcelas	42 plantas
Distancia entre planta	0,25 cm
Número de plantas de la parcela neta	1260 plantas

Área total de trabajo	332,52 m <sup>2</sup>
-----------------------	-----------------------

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

## **26. METODOLOGÍA**

### **26.1 Área de estudios**

- Para el área de estudio se seleccionó una dimensión de 332,52 m<sup>2</sup> ubicado en la (Sector Salache) perteneciente la Cantón Latacunga, para delimitar el área de estudio se utilizó un GPS con el que se tomaron los puntos del área de estudio y de igual manera se utilizó una cinta métrica.

### **26.2 Preparación del terreno**

- la preparación del terreno se realizó con ayuda de azadones, azadas, rastrillos, se procedió a remover el suelo, con la ayuda de un flexómetro empezamos a realizar 3 surcos con una distancia de 0,35 cm entre surco en cada tratamiento.
- Se procedió a sembrar las semillas de arveja donde se colocó 126 semillas por tratamiento con una distancia de 0,25cm

### **26.3 Toma de datos**

- Se realizó una toma de datos de las plantas sembradas con el fin de obtener datos reales sin ningún peligro de alteración de datos.

### **26.4 Riego**

- El riego se realizó por aspersión pasando un día durante un mes y medio a partir de eso se suspendió el riego debido a las constantes lluvias.

### **26.5 Tutorado**

- Se colocó 14 postes de 1,5 m de altura a una distancia de 5m a lo largo de los tratamientos, conforme las plantas crecieron se realizó el amarre con piolas plásticas con el fin de que crezcan así arriba.

## 26.6 Deshierbe

- Los deshierbes se realizaron de manera manual con la ayuda de azadones, azadas y rastrillos.

## 26.7 Controles fitosanitarios

- Existió presencia del gusano minador (*Agrotis Ipsilon*) por lo cual se realizó dos fumigaciones cada 12 días de manera manual utilizando un insecticida y acaricida llamado New Mectin de franja azul amigable con el ambiente.
- También tuvimos problemas de pudrición de la raíz el cual se dio debido al exceso de agua producido por la temporada de invierno las medidas que se tomaron fueron suspensión de riego y aireación del suelo.

## 26.8 Cosecha

- Se realizó de forma manual una vez que las plantas alcanzaron su estado óptimo, cuando las vainas ya se encontraban llenas de granos.

## 26.9 Muestreo del área de estudio final

- Para el análisis de suelo se procedió a tomaron 10 sub muestras por cada tratamiento y se mezclaron para formar una muestra final de 1 kg por tratamiento, se realizó esto por cada parcela y finalmente se obtuvo 10 muestras por tratamiento. Análisis químico que fue realizado en laboratorio de suelos del INIAP en la estación experimental Santa Catalina, después de la siembra del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) donde se obtuvo las características químicas del suelo.

## 27. ANALISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

### 27.1 Variable porcentaje de germinación en la investigación denominada

Tabla 9 ADEVA para el porcentaje de germinación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	1395,21	9	155,02	9,02	0,0001	*
Repeticiones	23,44	2	11,72	0,19	0,8262	
Factor a	40,73	2	20,37	1,53	0,2431	

Factor b	35,24	2	17,62	1,32	0,2906	
Factor a * Factor b	101,93	4	25,48	1,92	0,1514	
Testigo vs Resto	1242,49	1	1242,49	99,93	0,0001	*
Error	1645,64	27	60,95			
Total	1669,08	29				
CV			14,79			

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 9 podemos observar que, si existe significancia estadística para las fuentes de variación, tratamientos y testigo vs resto, mientras que, en repeticiones, factor a, factor b y factor a \* factor b no existe significación estadística. El coeficiente de variación fue de 14,79.

*Tabla 10 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de germinación.*

Tratamiento	Medias	Rangos
T4	60,83	A
T9	56,63	B
T8	55,57	B
T7	55,57	B
T2	54,53	B
T6	53,73	B
T1	53,2	B
T5	52,37	B
T3	51,83	B
Testigo	33,47	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

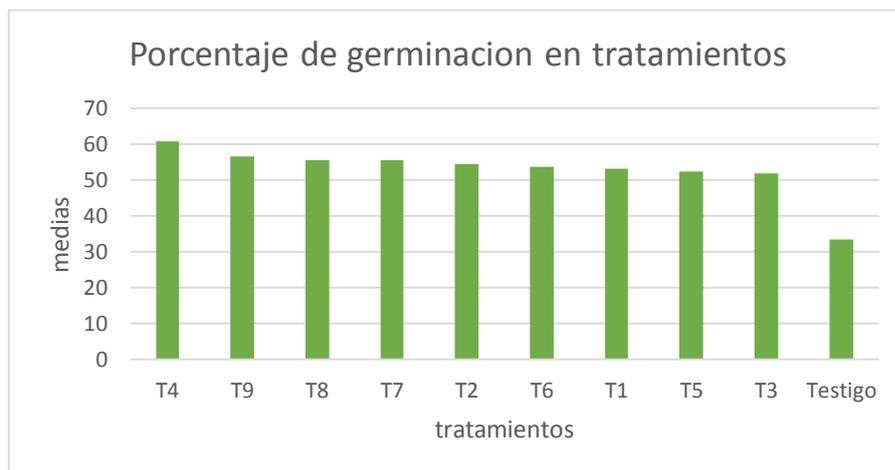
Luego de haber realizado la prueba de Tukey al 5% en la tabla 10 observamos dos rangos de significación estadísticas, el T4 (sulfato de amonio 400 kg/Ha) se encuentra en el primer rango de significancia estadística con un promedio de 60,83% de semillas germinadas en el sitio donde se realizó el trabajo de investigación dejando así al T10 (testigo) en último lugar de significancia estadística con un promedio de 33,47%.

El sulfato de amonio contiene el 21% de nitrógeno y 23.4% de azufre, es de doble acción ya que aporta dos macronutrientes vegetales y por su contenido de azufre favorece las condiciones físicas y químicas de los terrenos agrícolas.

El nitrógeno (N) favorece un crecimiento rápido de tallos y hojas, asegura el color verde oscuro y aumenta la producción. Aumenta el contenido proteico ya que forma parte de los aminoácidos y por ende de la estructura de las proteínas en los cultivos (16 a 18%).

El azufre ayuda en la liberación de los nutrimentos en el caso de un alto contenido de calcio en los suelos, porque baja el pH y promueve la formación de nódulos en las raíces de las leguminosas.(UNIVEX, 2022)

*grafico 1 Variable tratamientos en porcentaje de germinación.*



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

*Tabla 11 Prueba de Tukey al 5% para testigo vs resto en la variable porcentaje de germinación.*

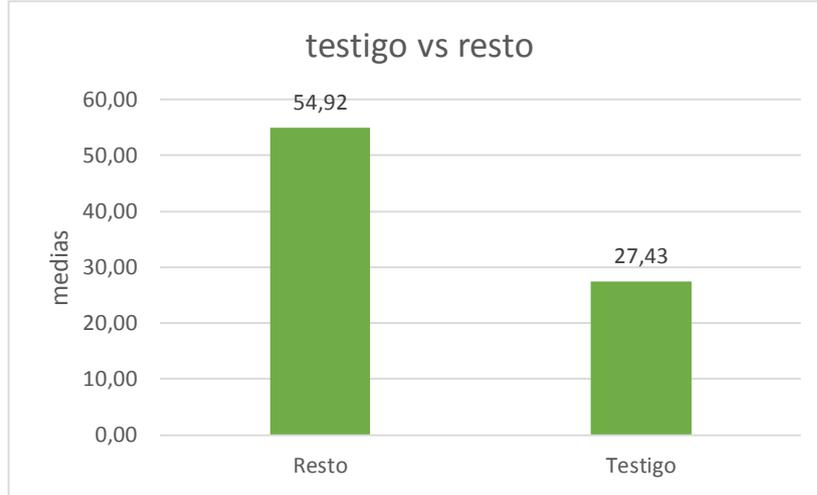
Tratamiento	Medias	Rango
Resto	54,92	A
Testigo	27,43	B

Elaborado por: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba del Tukey al 5% en la variable testigo vs resto podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística donde el resto (tratamientos) se encuentra en

primer lugar con un porcentaje de 54,92%, dejando en último lugar al testigo con un promedio de 27,43%

grafico 2 Variable testigo vs resto en porcentaje de germinación.



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

## 27.2 Altura de planta en (cm) a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días

Tabla 12 ADEVA para la variable altura de planta

F.V.	G	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días	
		CM	P-val	CM	P-val	CM	P-val	CM	P-val	CM	P-val	CM	P-val
Tratamiento	9	16,9	0,084	22,6	0,55	38,59	0,49	84,9	0,44	182,4	0,37	673,84	0,0001
Repeticiones	2	5,36	0,52	9,61	0,69	4,83	0,88	3,02	0,96	8,77	0,94	5,72	0,7071
Factor a	2	10,5	0,30	42,2	0,11	66,43	0,10	92,45	0,24	149,9	0,36	20,38	0,1368
Factor b	2	6,48	0,47	5,05	0,75	0,85	0,96	6,36	0,90	15,16	0,89	43,66	0,0218
Factor a*factor b	4	13	0,23	30,1	0,184	41,18	0,22	64,67	0,40	82,81	0,66	68,39	0,001*
Testigo vs Resto	1	65,5	0,0083	92,3	0,038	153,2	0,038	329,1	0,044	565,6	0,076	5617,9	0,0001
Error	1	8,41		17,2		25,97		80,75		138,7		291,52	
Total	8												
CV	2	17,8		14,3		14,01		16,8		18,94		5,85	
	9	4											

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Según el análisis de varianza (Tabla 11) se puede evidenciar que existe significancia estadística entre las fuentes de variación, mediante el desglose de los datos detallados cada quince días, desde la fecha inicial hasta la fecha final. A los 15, 30, 45 y 60 días únicamente en el factor testigo vs resto existe significancia estadística, a los 90 días existe significancia estadística en los factores de variancia tratamientos, factor a, factor a\* factor b y en testigo vs resto con un coeficiente de variancia de 17,84; 14,3; 14,01; 16,8: 5,85; mientras que a los 75 días no existe diferencia significativa en ninguno de los factores de variación con un CV de 18,94

*Tabla 13 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en altura de la planta a los 90 días.*

Tratamiento	Medias	Rangos
T4	77,97	A
T1	77,37	B
T2	77,2	B
T3	76,53	B
T6	72,27	B
T7	71,33	B
T5	70,77	B
T9	68,8	B
T8	68,3	B
T10	27,43	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% observamos que existen dos rangos de significancia estadística, el T4 (sulfato de amonio con 400 kg/Ha) se encuentra en primer lugar con un promedio de 77,97%, dejando en último lugar de significancia al T10 (testigo) con un promedio de 27,43%.

grafico 3 Variable tratamientos en altura de la planta a los 90 días.



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

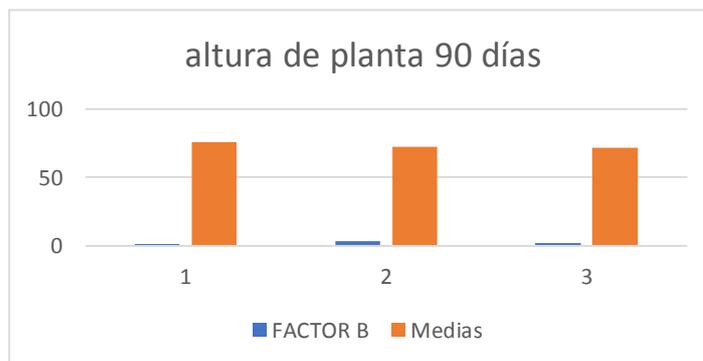
Tabla 14 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor b en altura de la planta a los 90 días.

FACTOR B	Medias	Rangos
1	75,59	A
3	71,88	A
2	71,68	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% pudimos observar que existen dos rangos de significancia estadística donde 1 (400kg/Ha) se encuentra en primer lugar de significancia con un promedio de 75,59%, dejando en último lugar de significancia al 2 (800 kg/Ha) con un promedio de 71,68%.

grafico 4 Variable factor b en altura de la planta a los 90 días.



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

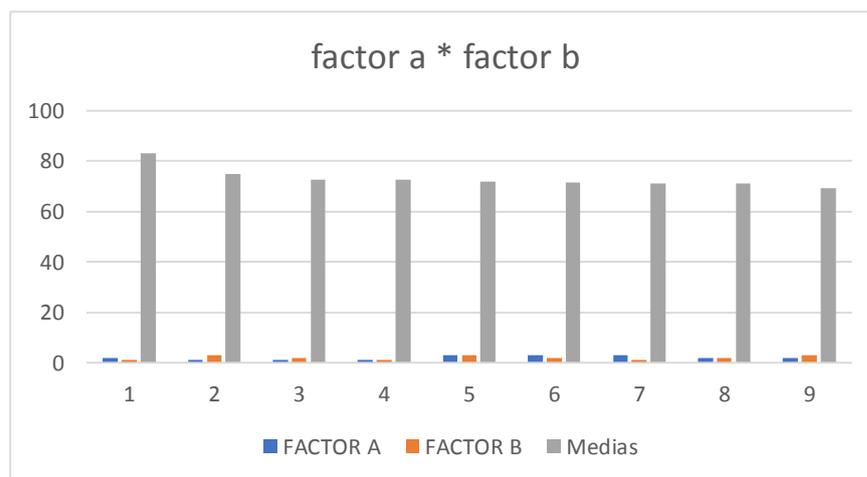
Tabla 15 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a\* factor b a los 90 días, en altura de la planta

FACTOR A	FACTOR B	Medias	Rangos
2	1	83,17	A
1	3	74,7	A
1	2	72,67	A
1	1	72,53	A
3	3	71,9	A
3	2	71,33	A
3	1	71,07	A
2	2	71,03	A B
2	3	69,03	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística donde el factor a 2 y factor b 1 (sulfato de amonio 400kg/Ha) se encuentra en primer lugar de significancia estadística con un promedio de 83,17%, dejando en último lugar al factor a 2 y factor b 3 (sulfato de amonio 1200kg/Ha) con un promedio de 69,03%.

grafico 5 Variable factor a \* factor b en altura de la planta a los 90 días



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

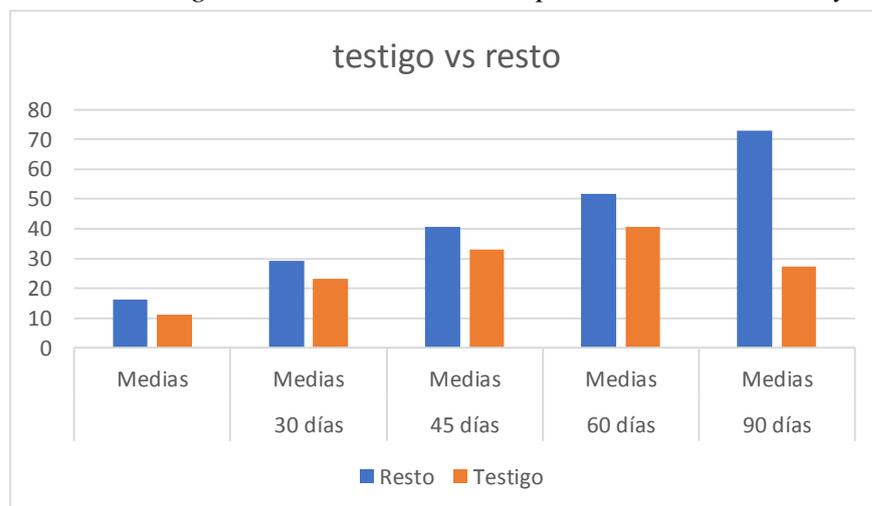
Tabla 16 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto a los 15, 30, 45, 60 y 90 días, en altura de la planta

	15 días	30 días	45 días	60 días	90 días	
<b>Resto</b>	16,09	29,081	40,667	51,574	73,05	A
<b>Testigo</b>	11,13	23,233	33,133	40,533	27,43	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% pudimos observar que si existen dos rangos de significación estadística donde el resto (tratamientos) a los 15, 30, 45, 60 y 90 días se encuentran en primer lugar de significancia con un promedio de 16,09; 29,08; 40,66; 51,57; 73,05, dejando de esta manera en último lugar al testigo con un promedio de 11,13; 23,23; 33,13; 40,53; 27,43.

grafico 6 Variable testigo vs resto en altura de la planta a los 30, 45, 60 y 90 días.



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

### 27.3 Diámetro del tallo en (cm) a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días

Tabla 17 Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo

F.V.	gl	15 días			30 días			45 días			60 días			75 días			90 días			Sig
		F	p-valor	Sig	F	p-valor	g	F	p-valor											
Tratamiento	9	2,86	0,0276	ns	4,19	0,0047	*	2,04	0,0942	ns	3,18	0,0176	ns	2,87	0,0271	ns	2,83	0,0287	*	
Repeticiones	2	0,87	0,4375	ns	0,91	0,4207	ns	0,51	0,6115	ns	0,74	0,4919	ns	0,56	0,5806	ns	1,64	0,2213	ns	
Factor a	2	1,01	0,3823	ns	1,13	0,3462	ns	0,94	0,4072	Ns	0,89	0,4273	ns	0,37	0,6951	ns	2,06	0,1564	ns	
Factor b	2	0,18	0,834	ns	0,24	0,7866	ns	0,48	0,6281	Ns	0,15	0,8639	ns	0,09	0,9161	ns	2,42	0,1176	ns	
Factor a*factor b	4	0,93	0,4687	ns	0,79	0,5477	ns	1,41	0,2701	Ns	0,65	0,6362	ns	0,32	0,8624	ns	2,47	0,0813	ns	
Testigo vs Resto	1			ns			ns			Ns			ns			ns	17,4		*	
		0,04	0,8526		0,34	0,5663		0,24	0,6263		0,15	0,7059		0,73	0,4016		7	0,0005		
Error	18																			
Total	29																			
CV		19,6			16,7			29,1			13,3			18,47			21,0			
		4			3			7									4			

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

La tabla 17 indica el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo, donde claramente podemos observar que solo existe significancia estadística para las variables tratamientos a los 30 días, tratamientos y testigo vs resto a los 90 días con un coeficiente de variación de 16,73; 21,04 mientras que, a los 15 días, a los 45, a los 60 y a los 75 días, no existió significación estadística en ninguno de los factores de variación.

El coeficiente de variación a los 15 días fue de 19,64%, a los 45 días fue de 29,17%, a los 60 días de 13,3%, a los 75 días de 18,47%.

*Tabla 18 análisis de la prueba de Tukey al 5% en tratamientos a los 30 días, en diámetro del tallo.*

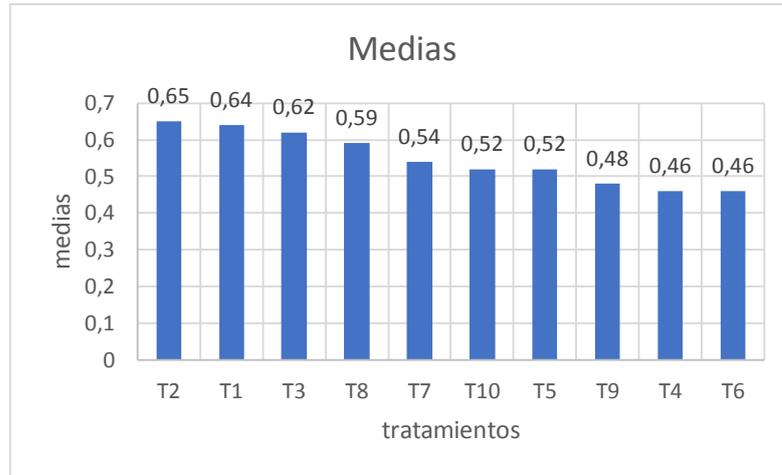
tratamiento	Medias	Rangos	
T2	0,65	A	
T1	0,64	A	
T3	0,62	A	B
T8	0,59	A	B
T7	0,54	A	B
T10	0,52	A	B
T5	0,52	A	B
T9	0,48	A	B
T4	0,46	A	B
T6	0,46	B	

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 18 podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde el T2 (urea 800kg/Ha) se encuentra en el primer rango de significancia estadística con un promedio de 0,65%, dejando así en último lugar de significancia estadística al T6 (sulfato de amonio 1200 kg/Ha) con un promedio de 0,46%.

(Mendoza, 2013) establece que la urea puede mejorar la calidad de suelos, proporcionando nitrógeno a las plantas y aumentando el rendimiento del cultivo. El uso de urea como fertilizante presenta varios beneficios. La urea es uno de los principales fertilizantes para los suelos acidificantes., la urea proporcionará aplicaciones inmediatas y potentes de nitrógeno al cultivo.

grafico 7 Variable diámetro de la planta en tratamientos



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Tabla 19 Análisis de la prueba del Tukey al 5% en tratamientos a los 90 días en diámetro del tallo.

Tratamiento	Medias	Rangos
T4	1,56	A
T3	1,51	A B
T1	1,44	A B
T2	1,44	A B
T8	1,38	A B
T6	1,29	A B
T9	1,28	A B
T7	1,03	A B
T5	0,97	A B
T10	0,65	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba del Tukey al 5% en el factor variable tratamientos a los 90 días donde el T4 (sulfato de amonio en 400kg/ha) se encuentra en primer lugar en el rango de significancia estadísticas con un promedio de 1,56%, dejando así en último lugar al T10 (testigo) con un promedio de 0,65%.

grafico 8 Variable diámetro de la planta en tratamientos



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

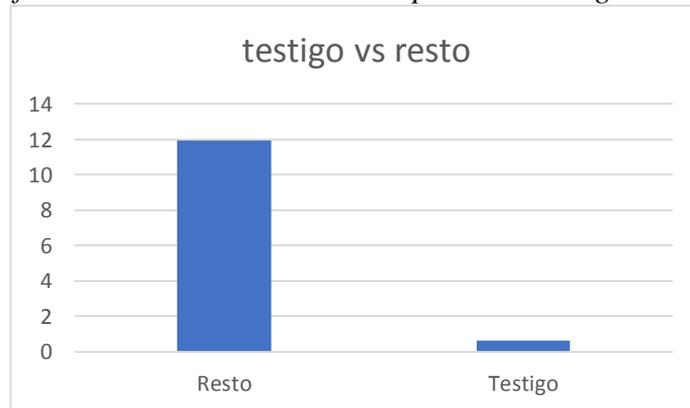
Tabla 20 Análisis de la prueba del Tukey al 5% en testigo vs resto a los 90 días en diámetro del tallo.

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	11,91	A
Testigo	0,65	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba del Tukey al 5% en el factor variable testigo vs resto podemos observar dos rangos de significancia estadística donde el resto (tratamientos) se encuentran en primer lugar con un promedio de 11,91%, donde el testigo se encuentra en último lugar con un promedio de 0,65.

grafico 9 Variable diámetro de la planta en testigo vs resto



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

## 27.4 Número de flores

Tabla 21 Análisis de varianza para la variable número de flores

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig</b>
Tratamientos	18,6	9	2,07	24,13	0,0001	*
Repeticiones	0,2	2	0,1	1,19	0,3257	
Factor a	0,03	2	0,01	0,09	0,9139	
Factor b	0,15	2	0,07	0,47	0,6347	
Factor a * Factor b	0,54	4	0,13	0,84	0,5184	
Testigo vs Resto	16,58	1	16,58	108,34	0,0001	*
Error	2,87	18	0,16			
Total	3,59	26				
CV	13,12					

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 18 se observa que existe significancia estadística para las fuentes de variación Tratamientos y testigo vs resto, mientras que en las fuentes de variancia repeticiones, factor a, factor b y en factor a\* factor b no existe significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 13,12.

Tabla 22 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en número de flores

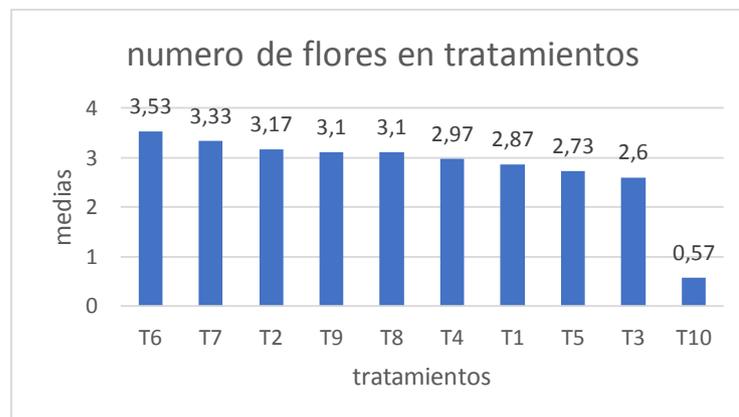
<b>tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T6	3,53	A
T7	3,33	B
T2	3,17	B C
T9	3,1	B C
T8	3,1	B C
T4	2,97	B C
T1	2,87	B C
T5	2,73	B C
T3	2,6	B C
T10	0,57	C

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Al realizar la prueba de tukey al 5% en la variable tratamientos se pudo observar que existen tres rangos, y también si hay significancia estadística, donde el T6(sulfato de amonio 1200kg/Ha) se encuentran con un promedio de 3,53% manteniéndose de esta manera en primer lugar de significancia estadística, mientras que el T10 (testigo) se encuentra en último rango de significancia estadística con un promedio de 0,57%.

(KG, 2019) Manifiesta que, en suelos con altas temperaturas, los microorganismos del suelo comenzarán rápidamente a convertir el amonio a nitrato en el proceso de nitrificación. Durante esta reacción microbiana, se libera acidez, que en última instancia reducirá el pH del suelo con un uso repetido. El sulfato de amonio posee un efecto acidificante en el suelo debido al proceso de nitrificación...no por la presencia de sulfato, que tiene un efecto insignificante sobre el pH.

grafico 10 Variable número de flores en tratamientos



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

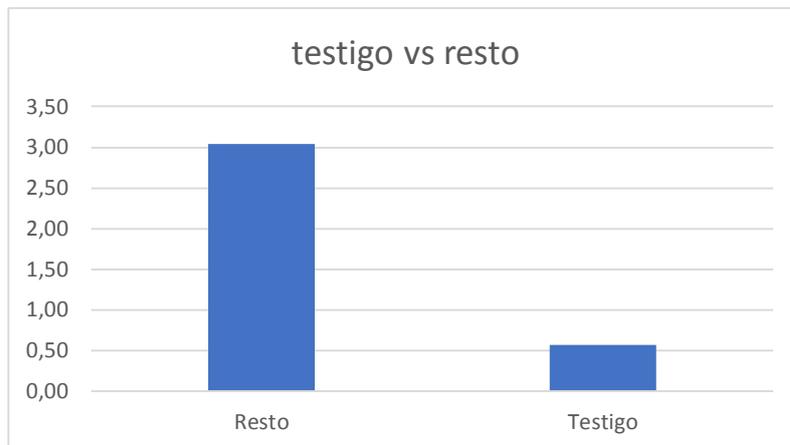
Tabla 23 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en número de flores

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	3,04	A
Testigo	0,57	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Al realizar la prueba de tukey al 5% en la variable testigo vs resto se pudo observar que existen dos rangos de significancia estadística, donde el resto (tratamientos) se encuentran con un promedio de 3,04% manteniéndose de esta manera en primer lugar de significancia estadística, mientras el testigo se encuentra en último rango de significancia estadística con un promedio de 0,57%.

grafico 11 Variable número de flores en testigo vs resto



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

### 27.5 Número de vainas

Tabla 24 Análisis de varianza para la variable número de vainas

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	746,59	9	82,95	13,23	0,0001 *
Repeticiones	24,22	2	12,11	1,93	0,1738
Factor a	14,8	2	7,4	1,43	0,2642
Factor b	27,33	2	13,66	2,65	0,0981
Factor a * Factor b	46,83	4	11,71	2,27	0,1018 *
Testigo vs Resto	701,8	1	701,8	151,11	0,0001 *
Error	92,87	18	5,16		
Total	181,83	26			
CV	14,55				

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 24 podemos observar que, si existe significancia estadística en los factores de variancia tratamientos, factor a\* factor b y testigo vs resto, en los factores de variancias repeticiones, factor a, factor b no existe significancia estadística. Con un coeficiente de variancia de 14,55.

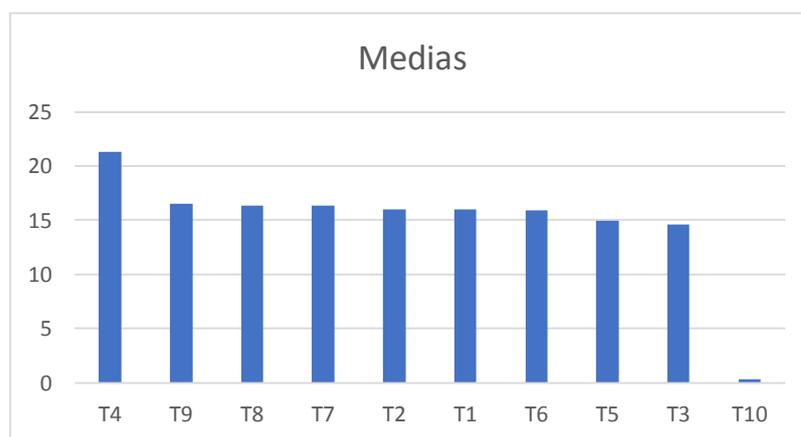
Tabla 25 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en número de vainas

tratamiento	Medias	Rangos
T4	21,27	A
T9	16,5	B
T8	16,3	B
T7	16,3	B
T2	16,03	B
T1	15,97	B
T6	15,9	B
T5	14,9	B
T3	14,63	B
T10	0,3	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de tukey al 5% en la variable tratamientos se puede observar dos rangos de significancia estadística en el cual el T4 (sulfato de amonio 400kg/Ha) se encuentra en primer lugar en el rango de significancia estadística con un promedio de 21,27%, dejándolo así al T10 (testigo) en último lugar en el rango de significancia con un promedio de 0,3%.

grafico 12 Variable número de vainas en tratamientos



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

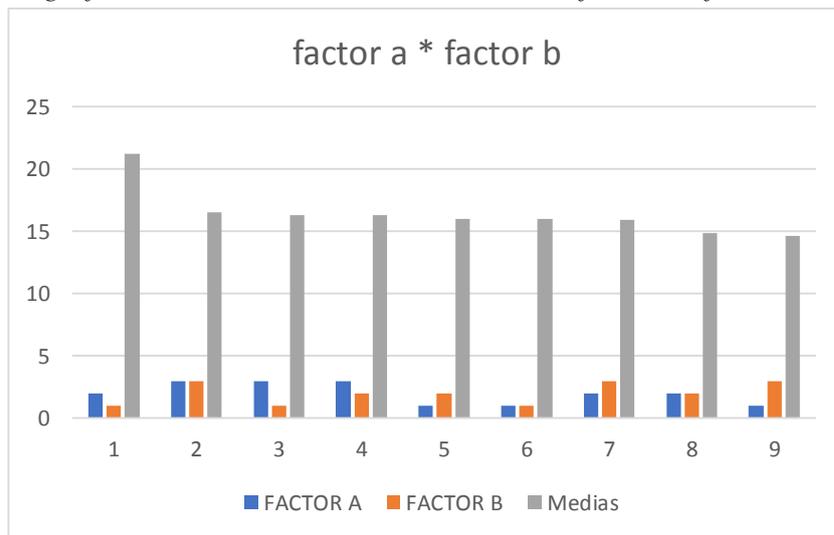
Tabla 26 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a \* factor b en número de vainas

FACTOR A	FACTOR B	Medias	Rangos
2	1	21,27	A
3	3	16,5	A B
3	1	16,3	A B
3	2	16,3	A B
1	2	16,03	A B
1	1	15,97	A B
2	3	15,9	A B
2	2	14,9	A B
1	3	14,63	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de tukey al 5% en el factor variable factor a\* factor b, se puede observar que existen dos rangos de significancia estadística, 2 (sulfato de amonio) 1 (400 kg/ha) se encuentra en primer lugar de significancia encontrándose con un promedio de 21,27%, mientras que el 1 (urea) 3 (1200 kg/ha) se encuentra en último lugar de significancia ya que tiene un promedio de 14,63%.

grafico 13 Variable número de vainas en factor a\* factor b



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

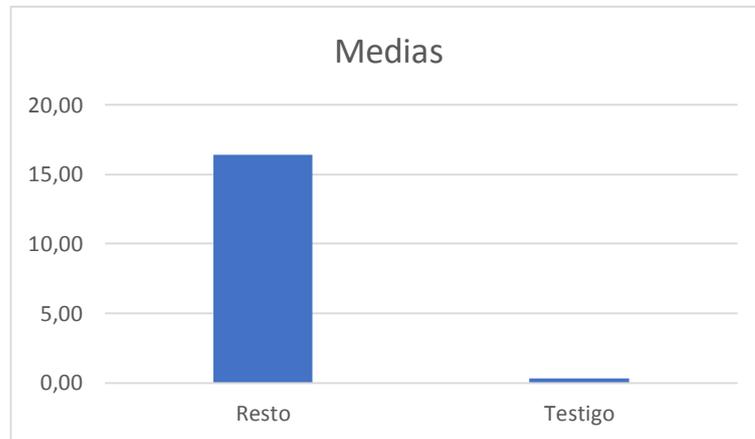
Tabla 27 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en número de vainas

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	16,42	A
Testigo	0,3	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% en el factor variable testigo vs resto podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística donde el resto (tratamientos) se encuentra en primer lugar de significancia con un promedio de 16,42%, manteniendo así al testigo en último lugar de significancia estadística con un promedio de 0,3%.

grafico 14 Variable número de vainas en testigo vs resto



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

## 27.6 Longitud de la vaina

Tabla 28 Análisis de varianza para la variable longitud de la vaina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	71,85	9	7,98	14,5	0,0001 *
Repeticiones	1,61	2	0,8	1,46	0,2584
Factor a	0,87	2	0,44	0,85	0,4443
Factor b	1,91	2	0,96	1,85	0,1853
Factor a * Factor b	1,71	4	0,43	0,83	0,5243
Testigo vs Resto	68,35	1	68,35	129,93	0,0001 *
Error	9,91	18	0,55		
Total	83,37	29			
CV	11,13				

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 27 podemos observar que, si existen dos significancias estadísticas en los factores de variancia tratamientos y testigo vs resto, mientras que en los factores de variancias repeticiones, factor a, factor b y factor a\* factor b no existe significancia estadística. Con un coeficiente de variancia de 11,13.

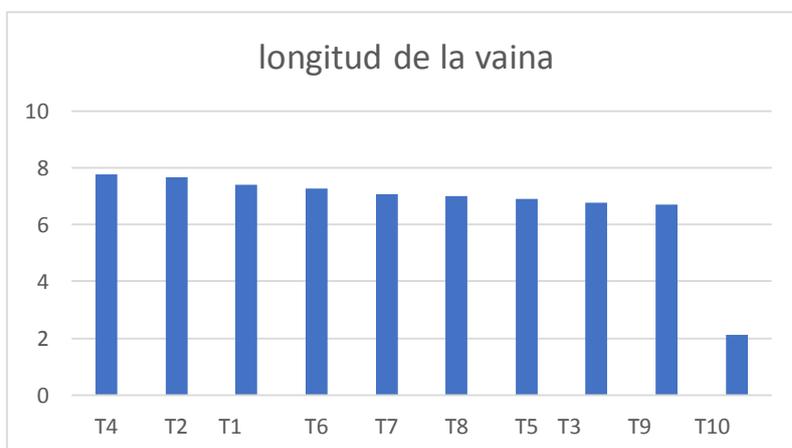
*Tabla 29 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en longitud de la vaina*

tratamientos	Medias	Rangos
T4	7,78	A
T2	7,66	B
T1	7,41	B
T6	7,27	B
T7	7,06	B
T8	6,99	B
T5	6,91	B
T3	6,77	B
T9	6,7	B
T10	2,14	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

luego de realizar la tabla de Tukey al 5% en el factor variable tratamientos se puede observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde el T4 (sulfato de amonio 400kg/Ha con 3,43 de biomasa) se encuentra en primer lugar en el rango de la significancia con un promedio de 7,78 cm, mientras que el T10 (testigo) se encuentra ocupando el último lugar en el rango de significancia con un promedio de 2,14 cm.

*grafico 15 Variable longitud de la vaina en tratamientos*



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

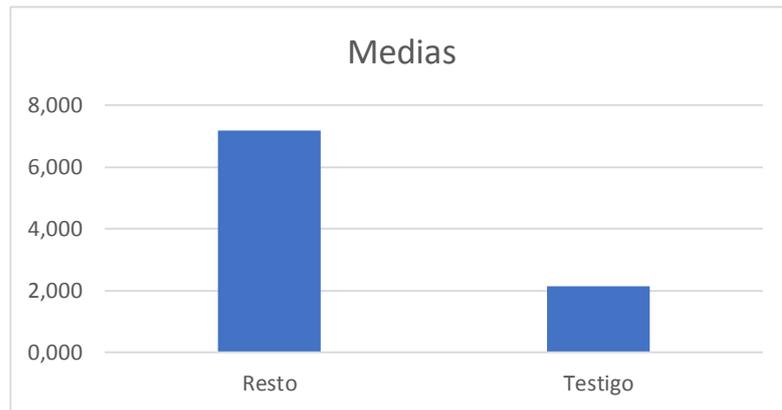
Tabla 30 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en longitud de la vaina

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	7,171	A
Testigo	2,14	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% en el factor variable testigo vs resto pudimos observar que existen dos rangos de significancia estadística, donde el resto (tratamientos) se encuentra ocupando el primer lugar en el rango de significancia con un promedio de 7,17 cm, mientras que el testigo se encuentra en último lugar del rango de significancia estadística con un promedio de 2,14 cm.

grafico 16 Variable longitud de la vaina en tratamientos



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

## 27.7 Numero de arvejas por parcela

Tabla 31 Análisis de varianza para la variable número de arvejas por parcela

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	26245,42	9	2916,16	2,87	0,0271	*
Repeticiones	4799,95	2	2399,98	2,36	0,1226	
Factor a	6566,52	2	3283,26	12,73	0,0004	*
Factor b	5352,9	2	2676,45	10,38	0,001	*
Factor a * Factor b	14862,72	4	3715,68	14,41	0,0001	*
Testigo vs Resto	17898,56	1	17898,56	77,09	0,0001	*
Error	18278,69	18	1015,48			
Total	49324,06	29				
CV	19,21					

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 27 se puede observar que, si existe significancia estadística en los factores de variancia tratamientos, factor a, factor b, factor a \* factor b y testigo vs resto, mientras tanto en el factor de variancia repeticiones, no existe ninguna significancia estadística. Con un coeficiente de variancia de 19,21.

*Tabla 32 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos de número de arvejas por parcela*

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	115,23	A
T8	108,4	A B
T6	91,2	A B
T7	81,33	A B
T9	78,97	A B
T2	78,73	A B
T3	72,8	A B
T1	69,13	A B
T5	56,53	B
T10	2,17	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% en el factor variable testigo vs resto se puede observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde T4 (sulfato de amonio 400 kg/ha con 3,43 de biomasa) se encuentran en primer lugar de significancia estadística con un promedio de 115,23 arvejas por parcela, dejando así al T10 (testigo) en último lugar en la significancia estadística con un promedio de 2,17 arvejas por parcela. (Univex, 2018) Menciona que el sulfato de amonio

permite la absorción de otros elementos, ayuda a eliminar el sodio tóxico y favorece a la oxigenación e induce la reproducción de los microorganismos en el suelo.

grafico 17 Variable número de arvejas por parcela en tratamientos



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

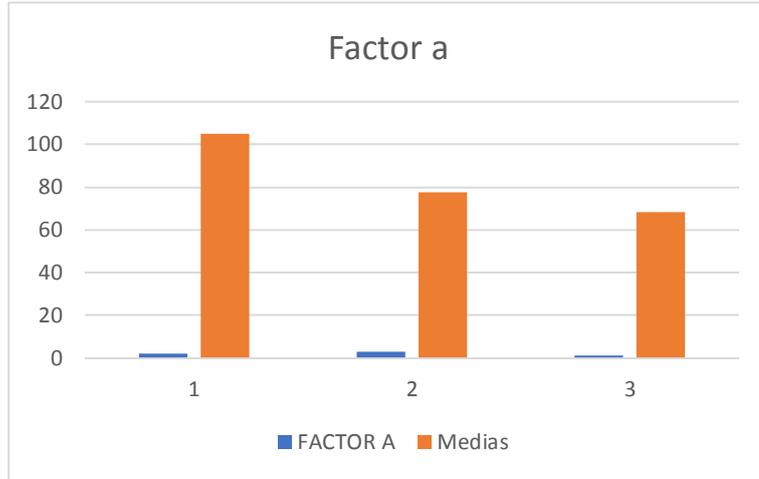
Tabla 33 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a de número de arvejas por parcela

FACTOR A	Medias	Rangos
2	104,94	A
3	77,7	A
1	68,13	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde el factor 2 (sulfato de amonio con 3,43 de biomasa) se encuentra en primer lugar en la significancia estadística con un promedio de 104,94 arvejas por parcela dejando en ultimo rango de significancia estadística al factor 1(urea) con un promedio de 68,13 arvejas por parcela.

grafico 18 Variable número de arvejas por parcela en factor a



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

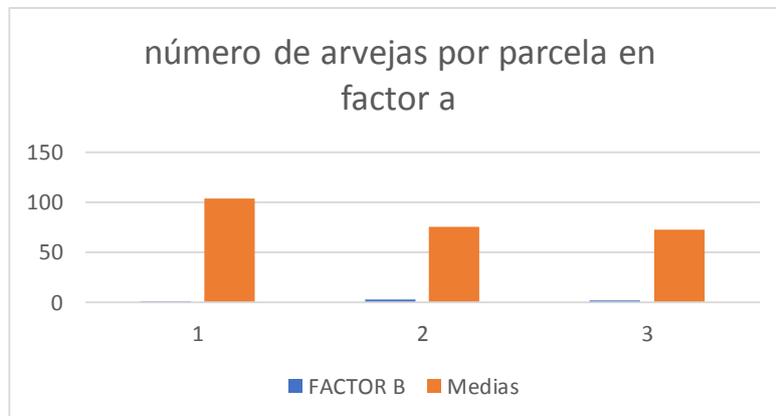
Tabla 34 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor b de número de arvejas por parcela

FACTOR B	Medias	Rangos
1	103,46	A
3	74,88	A
2	72,44	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística donde el factor 1 (400kg/ha) se encuentra en primer lugar con un promedio de 103,46 arvejas por parcela, dejando en último lugar en el rango de significancia estadística al factor 2 (800kg/ha) con un promedio de 72,44 arvejas por parcela.

grafico 19 Variable número de arvejas por parcela en factor b



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

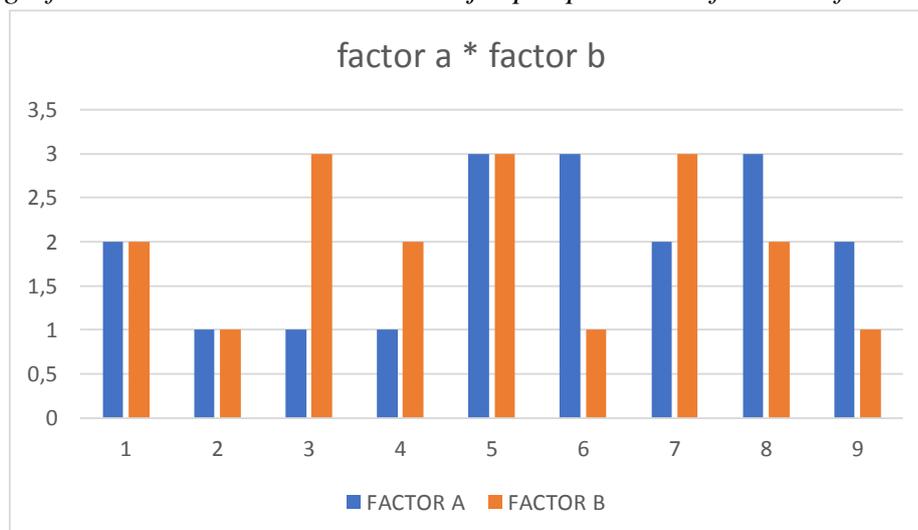
Tabla 35 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a \* factor b de número de arvejas por parcela

FACTOR A	FACTOR B	Medias	Rango
2	2	63,47	A
1	1	63,5	A
1	3	68,83	A
1	2	72,07	A
3	3	75,37	A
3	1	75,93	A
2	3	80,43	A
3	2	81,8	A
2	1	170,93	B

Elaborado por: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde el tratamiento 1 (sulfato de amonio) (400 kg/ha) se encuentran en primer lugar en el rango de significancia estadística con un promedio de 170,93 arvejas por parcela dejando así en último lugar de significancia estadística al tratamiento 2 (sulfato de amonio) (800 kg/ha) con un promedio de 63,47 arvejas por parcela.

grafico 20 Variable número de arvejas por parcela en factor a\* factor b



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

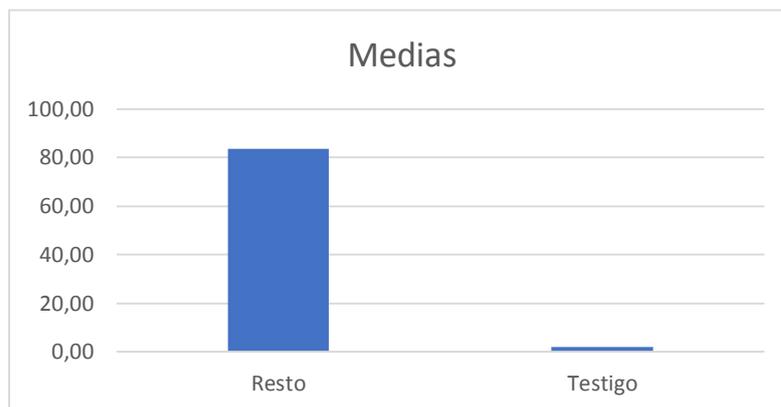
Tabla 36 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto de número de arvejas por parcela

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	83,59	A
Testigo	2,17	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de tukey al 5% observamos que existen dos rangos de significancia estadística donde el resto (tratamientos) se encuentra en primer lugar con un promedio de 83,59 arvejas por parcela, dejando en último lugar al testigo con un promedio de 2,17 arvejas por parcela.

grafico 21 Variable número de arvejas por parcela en testigo vs resto



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

## 27.8 Peso de la arveja cosechada

Tabla 37 Análisis de varianza para la variable peso de arveja cosechada.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	14,45	9	1,61	4,36	0,0038 *
Repeticiones	0,78	2	0,39	1,06	0,3676
Factor a	0,04	2	0,02	0,08	0,9229
Factor b	0,9	2	0,45	1,81	0,1919
Factor a * Factor b	2,75	4	0,69	2,78	0,0585 *
Testigo vs Resto	13,72	1	13,72	61,69	0,0001 *
Error	6,62	18	0,37		
Total	21,85	29			
CV	20,17				

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 29 podemos observar que existe significancias estadísticas en los factores de variancia tratamientos, factor a\* factor b y testigo versus resto, en cambio en los demás factores de variancia repetición, factor a y factor b no existe significancia estadística. Con un coeficiente de variancia de 20,17.

*Tabla 38 Análisis de prueba de Tukey al 5% en tratamientos en peso de la arveja cosechada.*

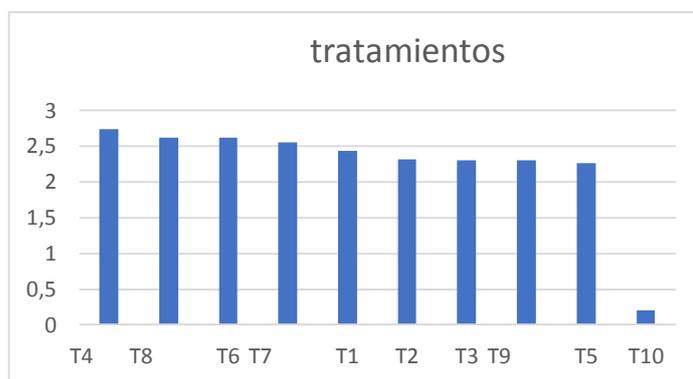
Tratamientos	Medias	Rangos
T4	2,74	A
T8	2,62	B
T6	2,62	B
T7	2,56	B
T1	2,44	B
T2	2,32	B
T3	2,31	B
T9	2,31	B
T5	2,26	B
T10	0,21	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% en el factor variable tratamientos se puede observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde el T4 (sulfato de amonio 400 kg/ha con 4,3 de biomasa) se encuentran en primer lugar de significancia estadística con un promedio de 2,7 lb, dejando así al T10 (testigo) en último lugar en la significancia estadística con un promedio de 0,21 lb.

(ADVANSIX, 2017) Manifiesta que, desde suelos arenoso a arcillosos, pasando por francos y limosos, el sulfato de amonio demuestra superioridad, tanto a nivel de experimentación en parcelas replicadas como a escala de campo.

grafico 22 Variable peso de la arveja cosechada en tratamientos



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

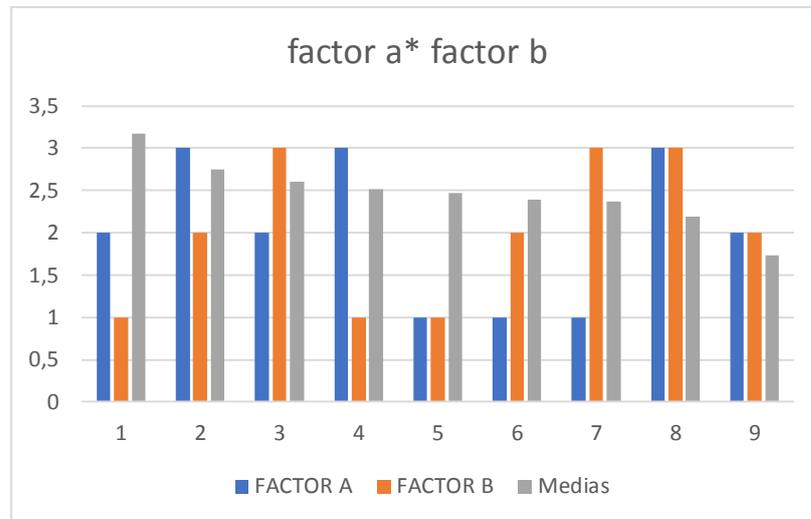
Tabla 39 Análisis de prueba de Tukey al 5% en factor a\* factor b en peso de la arveja cosechada.

FACTOR A	FACTOR B	Medias	Rangos
2	1	3,17	A
3	2	2,75	A B
2	3	2,6	A B
3	1	2,51	A B
1	1	2,47	A B
1	2	2,39	A B
1	3	2,37	A B
3	3	2,19	A B
2	2	1,73	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% en el factor variable factor a \* factor b podemos observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde el tratamiento 2 (sulfato de amonio 400 kg/ha con 3,43 de biomasa) se encuentran en primer lugar de significancia estadística con un promedio de 3,17 lb, dejando así al tratamiento 2 (sulfato de amonio 800 kg/ha) en último lugar en la significancia estadística con un promedio de 1,73 lb.

grafico 23 Variable peso de la arveja cosechada en factor a\* factor b



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

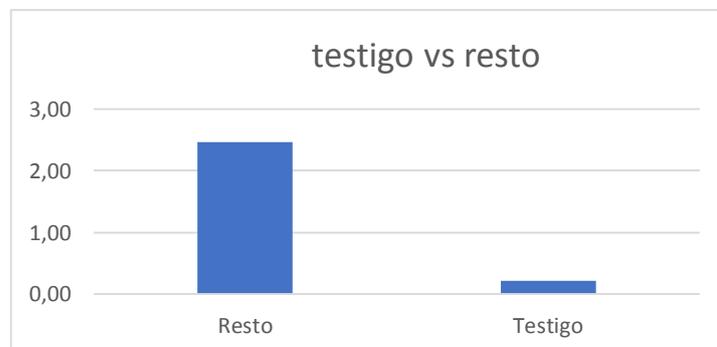
Tabla 40 Análisis de prueba de Tukey al 5% en testigo vs resto en peso de la arveja cosechada.

Tratamientos	Medias	Rangos
Resto	2,46	A
Testigo	0,21	B

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5% en el factor variable testigo ve resto pudimos observar que existen dos rangos de significancia estadística en donde el resto (tratamientos) se encuentra en primer lugar con un promedio de 2.46 lb dejando en último lugar al testigo con un promedio de 0,21 lb.

grafico 24 Variable peso de la arveja cosechada en testigo vs resto



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

**27.9 Interpretación de las Propiedades Químicas del análisis inicial y análisis final de suelo analizado en el laboratorio de suelos del INIAP estación Santa Catalina.**

*Tabla 41 Interpretación inicial y final*

Localización	pH	K (Cmol/kg)	Ca (Cmol/kg)	Mg (Cmol/kg)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	N (%)	MO (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural
2800 msnm											
<b>Análisis Inicial</b>	<b>9,71</b>	<b>3,25</b>	<b>16,1</b>	<b>2,2</b>	<b>47,6</b>	<b>41</b>	<b>1,9</b>	<b>53</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	<b>Franco arenoso</b>
T1	9,64	4,31	23,16	3,33	46	3,26	0,1	49	37	14	franco
T2	9,88	4,54	24,07	3,01	36	2,01	0,2	49	39	12	franco
T3	10,01	4,01	24,01	2,82	29	5,18	0,1	49	41	10	franco
T4	9,91	4,45	21,15	2,79	40	2,72	0,1	49	39	12	franco
T5	9,87	3,91	21,87	2,95	51	13	0,3	49	39	12	franco
T6	9,77	3,61	21,12	3,15	57	10	0,3	55	37	8	franco arenoso
T7	9,85	3,95	21,53	3,05	45	2,78	0,3	57	35	8	franco arenoso
T8	9,92	4,02	21,93	2,78	39	1,62	0,4	57	33	10	franco arenoso
T9	9,86	4,03	20,83	3,06	38	10	0,1	51	39	10	franco
T10	10	4	21,75	2,72	29	5,85	0,2	51	37	12	Franco

Fuente: laboratorio del INIAP, estación Santa Catalina.

Al enviar a realizar el análisis de suelo se pudo conocer las propiedades químicas del suelo luego de la siembra y cosecha del cultivo de arveja (*Pisium sativum*) y establecer si el abono verde de avena (*Avena sativa L*) aplicado en los tratamientos tuvieron resultados, mediante la interpretación de resultados obtenidos del laboratorio de suelos del INIAP, estación Santa Catalina.

El resultado que se obtuvo en cuanto a los nutrientes como: fosforo, potasio, calcio y magnesio una vez finalizada la investigación subieron considerablemente en todos los tratamientos de cada una de las repeticiones, dándonos como resultado que luego de la siembra del cultivo arveja (*Pisium sativum*) hubo ciertas modificaciones que a simple vista se reconoció, mientras que el nitrógeno (N) bajo de 41% a un 5,64%, los análisis realizados nos dieron a conocer como el pH del suelo bajo, mientras que el porcentaje de materia orgánica bajo total mente.

El cultivo de arveja es una especie que produce granos con un alto valor proteico (20 al 24 %), por lo que este cultivo es exigente en nitrógeno (Camarena & Huaranga, 2008).

El cultivo de arveja fija el nitrógeno atmosférico y hace solubles los iones de fosfato de elementos como el fosforo, calcio y hierro. Manteniendo la biodiversidad y la salud de los mismos.(Arévalo Alvear, 2013)

### 27.10 Clase textura del suelo de donde se realizó el ensayo

Tabla 42 Clase textura del suelo

Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural
51,6	37,6	10,8	franco arenoso

fuelle: (Shirley Llamusunta, 2022)

En la tabla 31 se puede observar las clases de suelo del ensayo, el laboratorio de suelos del INIAP nos dio los siguientes resultados: en arene tenemos el 51,6%, en limo el 37,6%, en arcilla el 10,8% con una textura franco arenoso.

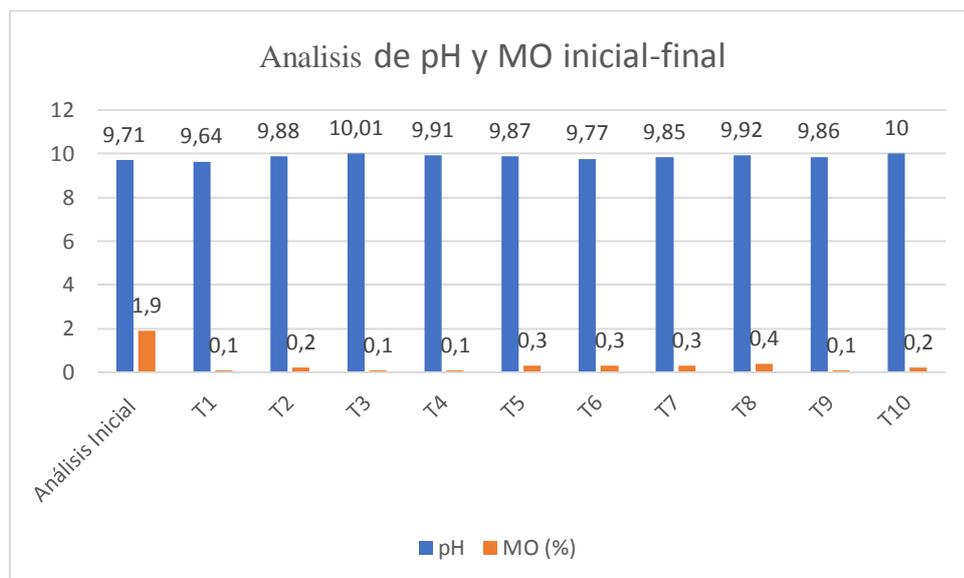
La textura de suelo se mantiene en franco arenoso como al inicio de la investigación, en cuanto a los macro y micronutrientes se pudo observar que hubo modificaciones como en el caso del potasio que al inicio de la investigación tenía 3,25 ppm, el cual subió en los distintos tratamientos hasta un 4 ppm, de la misma manera el calcio y el magnesio y el resto de macro y micronutrientes como se puede observar en el análisis de suelos.

Todas las plantas necesitan nutrientes para sobrevivir, crecer y reproducirse, entre estos existen

dos tipos de nutrientes en las plantas los macronutrientes y los micronutrientes, Los macronutrientes son los que se necesitan en grandes cantidades como: nitrógeno, calcio, potasio, magnesio, etc. Los micronutrientes son los que las plantas necesitan en pequeñas cantidades como: hierro, boro, manganeso, etc.(Proain, 2021)

### 27.11 Análisis del pH y MO inicial y final

grafico 25 Análisis del pH y MO inicial y final



Fuente: (Shirley Llamusunta,2022)

Al realizar el trabajo de investigación inicialmente la materia orgánica del suelo tenía un promedio de 1,9%, después de la siembra del cultivo de arveja (*Pisium sativum*) previa a la incorporación del abono verde de avena (*Avena sativa L*), con tres enmiendas químicas, se pudo observar ciertos cambios, ya que la materia orgánica bajo totalmente en todos los tratamientos incluyendo el testigo.

(Casado et al., 2009). Nos manifiestan que los abonos verdes, en general, no siempre aumentan el nivel de materia orgánica del suelo salvo en casos excepcionales.

Los abonos verdes mejoran la fertilidad del suelo por dos vías: Fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo y por el aporte de material vegetativo, el cual se transforma en materia orgánica, mejora la parte física, química y biológica del suelo(García, 2012).

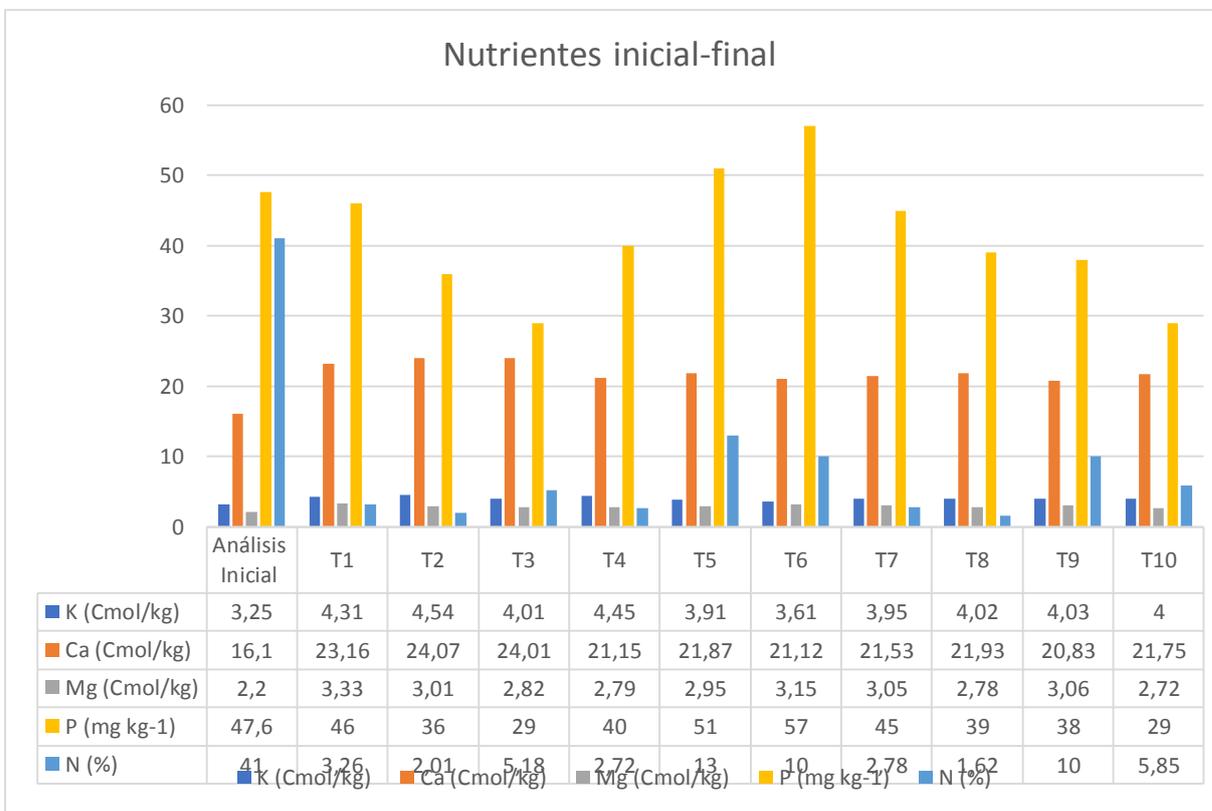
En el análisis realizado también podemos observar que el pH del suelo al iniciar el trabajo de investigación era un pH alto de 9,71, se puede observar que hubo cambios luego de la incorporación del abono verde con las enmiendas químicas.

Se puede apreciar que luego de terminar el trabajo de investigación el pH del suelo bajo a un 9.64, en los tratamientos con excepción del testigo que se encuentra con un pH de 10, lo cual nos indica que la materia verde de avena que se encontraba previamente del suelo ayudo a disminuir el pH lo que se concluye que es un suelo alcalino.

Anterior mente los tratamientos aparte de tener el implemento de abono verde también se encontraba con enmiendas químicas en diferentes dosis una de ellas fue la urea la cual tiene la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno.(Morales et al., 2019)

### 27.12 Análisis de los Nutrientes Inicial-Final

grafico 26 Análisis de los nutrientes Inicial-Final.



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Antes de iniciar el trabajo de investigación los nutrientes tales como: el potasio, fosforo, calcio y magnesio tenían un porcentaje bajo, luego de finalizar el trabajo de investigación los nutrientes subieron considerablemente su porcentaje en cada uno de los tratamientos incluyendo el testigo. (Ver Figura 14)

En el grafico 6 se puede observar que los nutrientes subieron considerablemente como: el potasio que de un promedio de 3,25 aumento luego de la siembra de arveja y previa al abono verde de avena a un promedio de 4,08 en K, el calcio también subió de 16,1 a un 22,14, de la misma manera el nutriente de magnesio que subió de un 2,2 a un promedio de 2,9, ya que en los demás nutrientes no existió un alto aporte de nutrientes, ya que bajaron, con respecto al pH paso de 9,71 a un promedio de 9.64%

## 28. ESTUDIO DEL COSTO BENEFICIO DEL CULTIVO DE ARVEJA (PISIUM SATIVUM)

Tabla 43 Costo beneficio del cultivo de arveja

Cultivo		arveja (Pisium sativum)			
Variedad		Caucha			
Ciclo fenológico		120 días			
Tipo de tecnología		química - orgánica			
<b>Costos de producción</b>					
Tratamientos	Descripción	Rendimiento por tratamiento Kg	Costo de Producción		\$
T1	Urea con 400 kg /ha	1,12	Riego	20/30 = ciclo	0,67
			Desmote	$0,003 \times 80 / 4 =$	0,06
			Surcado	$0,0015 \times 40 / 2 =$	0,03
			Semilla	2 lb/30=	0,07
			Siembra	$0,03 \times 90 / 48 =$	0,06
			Deshierbe	$0,12 \times 360 / 160 =$	0,27
			Aireación del suelo	15/30 = ciclo	0,5
			Tutorado	15/30 = ciclo	0,5
			Cosecha	$0,06 \times 420 / 84 =$	0,3
			Insumo químico (New Mectin)	$(0,75 \times 5) / 1000 =$	0,004
			Transporte	5/30=	0,17
<b>TOTAL</b>				<b>2,62</b>	

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

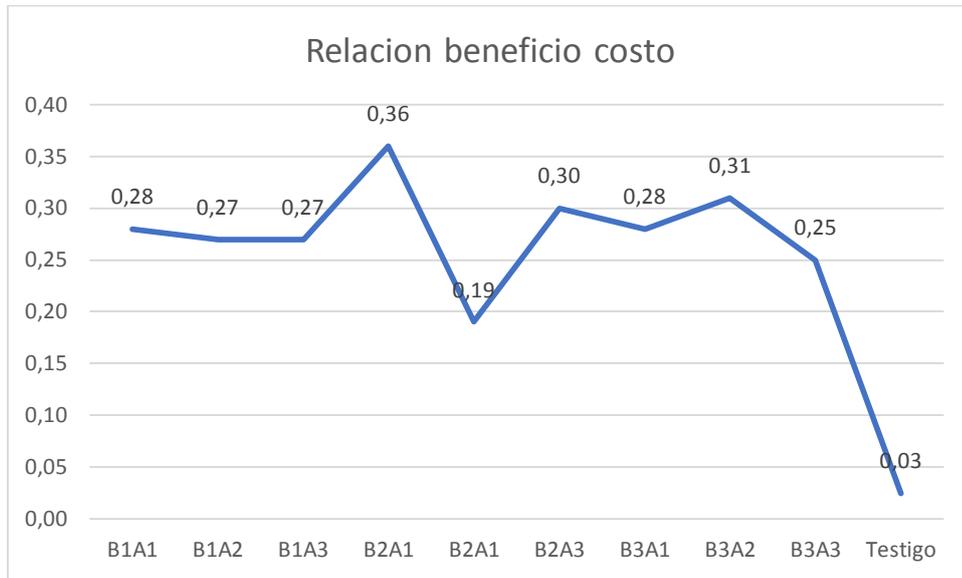
## 28.1 ANALISIS FINANCIERO

Tabla 44 Analisis financiero

Tratamiento	Codificación	Costo USD ha	Producción kg/ha	PVP USD /kg	Beneficio USD	Costo/Beneficio
T1	B1A1	3494,33	1493,33	30,00	995,56	0,28
T2	B1A2	3494,33	1440,00	30,00	960,00	0,27
T3	B1A3	3494,33	1426,67	30,00	951,11	0,27
T4	B2A1	3494,33	1920,00	30,00	1280,00	0,36
T5	B2A1	3494,33	1040,00	30,00	693,33	0,19
T6	B2A3	3494,33	1573,33	30,00	1048,89	0,30
T7	B3A1	3494,33	1520,00	30,00	1013,33	0,28
T8	B3A2	3494,33	1666,67	30,00	1111,11	0,31
T9	B3A3	3494,33	1320,00	30,00	880,00	0,25
T10	Testigo	3494,33	133,33	30,00	88,89	0,03

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

grafico 27 Relación costo beneficio



Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

En el análisis comparativo de cada uno de los tratamientos en el proyecto de investigación el mejor tratamiento T4 (sulfato de amonio con una dosis de 400 ha/kg) obtuvo la más alta relación costo beneficio es decir que por cada dólar invertido se recupera un costo benéfico de 0,36. Y de menor rentabilidad el tratamiento T10 (testigo) alcanzo la menor relación costo beneficio es decir que por cada dólar invertido no se obtiene un beneficio a favor significativo el costo beneficio de este tratamiento es de 0,03 USD siendo el más bajo en la tabla.

## 29. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la investigación se determinó el abono verde que dio mejor resultado en el desarrollo del cultivo de arveja, fue T4 (sulfato de amonio con 3,43kg de biomasa) fue el mejor tratamiento en todas las variables con un porcentaje de 3,43kg de abono verde.
- Al comprar los análisis de suelo inicial y final se pudo observar que hubo cambios en el porcentaje de nitrógeno de 41%, el fosforo con 47,6% y el potasio con 3,25%, al final el nitrógeno bajo a 5,64%, el fosforo bajo a 42,3% y el potasio subió a 4,09%, el porcentaje de materia orgánica bajo de 1,9% al inicio a un 0,3% al final, en cuanto al pH tuvo un cambio de 9,71 al inicio a un 9,64 al final del ensayo.
- El T4 de sulfato de amonio con dosis de 400kg/Ha, fue el tratamiento que presentó el costo beneficio más significativo con \$ 0,36.

## 30. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un eficiente manejo del sistema de riego en el cultivo de arveja debido a que la uniformidad del riego ayuda a que todos los tratamientos germinen al mismo tiempo lo que nos permitirá tener una información más confiable.
- Realizar tutorado al cultivo de arveja ya que es muy útil debido a que la planta al ser una leguminosa necesita de mucha luz.
- Se recomienda seguir realizando este tipo de investigaciones con otros cultivos para con ello ayudar a mejorar los suelos erosionados.
- Investigar diferentes abonos verdes en los suelos alcalino para obtener buenos resultados en cuanto a la recuperación de suelos erosionados.

### 31. REFERENCIAS

4. *Propiedades Químicas Del Suelo*. (n.d.). Retrieved January 19, 2022, from [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s04.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm)
- ADVANSIX. (2017). *Beneficios - Zonas Tropicales - Sulfato de Amonio Sulf-N<sup>TM</sup> de AdvanSix*. <https://www.advansix.com/ammoniumsulfate-la/zonas-tropicales-sub/beneficio.html>
- Arévalo Alvear, H. L. (2013). "Evaluación de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum*) bajo condiciones de invernadero en Tumbaco-Pichincha." In *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* (Vol. 49, Issue 1).
- Básica, E. E. (2012). *Universidad técnica de babahoyo*.
- Camarena, F., & Huaranga, A. (2008). Manual del cultivo de arveja. *Lima, Perú*, 1–3. <https://www.agrositio.com.ar/noticia/134969-nutricion-del-cultivo-de-arveja>
- Casado, G. I. G., Mielgo, A. M. A., De, M., Ambiente, M., Medio, Y., & Marino, R. Y. (2009). *Uso de Abonos Verdes GOBIERNO DE ESPAÑA*. [http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/bppe/Uso\\_de\\_Abonos\\_Verdes\\_tcm7-187426.pdf](http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/bppe/Uso_de_Abonos_Verdes_tcm7-187426.pdf)
- Comité Nacional de Ordenamiento Territorial. (2014). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DIAGNÓSTICO TERRITORIAL DEL CANTÓN LATACUNGA Datos Generales : 2020*. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGNÓSTICO PDyOT Latacunga Nov 2014\\_15-11-2014.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGNÓSTICO PDyOT Latacunga Nov 2014_15-11-2014.pdf)
- Corrales-Maldonado, C. G., Vargas-Arispuro, I., Vallejo-Cohén, S., & Martínez-Téllez, M. A. (2014). Deficiencia De Azufre En Suelos Cultivables Y Su Efecto En La Productividad. *BIOtecnia*, 16(1), 38. <https://doi.org/10.18633/bt.v16i1.32>
- De Tres, E., De, F., Verde, A., & La, P. (2015). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA ANGHELICA ALEJANDRA GUAÑUNA PILLALAZA*.
- Eidgenossenschaft, S., Técnico, C., Arévalo De Gauggel, G., & Castellano, M. (n.d.). *Manual*

*Fertilizantes y Enmiendas Manual Fertilizantes y Enmiendas CRÉDITOS.*

- EL Comercio. (2018). *La mitad de las tierras en Ecuador muestran signos de degradación / El Comercio. Ambiente.* <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/degradacion-suelo-planetaeideas-ecuador-desertificacion.html>
- Fao. (2018). *FAO en Ecuador.* <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/>
- FENALCE. (2006). *El cultivo de Arveja en Colombia.* 29.
- Fertilab. (1994). *Desarrollo de cultivos en suelos alcalinos .*  
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/SUELOS ALCALINOS.pdf>
- García, A. G. (2012). Los abonos verdes. *AgroCabildo*, 1–8.
- KG, C. R. G. + C. (2019). Sulfato de amonio. *Roth, 2006(1907)*, 1–18.  
[https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/0/SDB\\_0183\\_ES\\_ES.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/0/SDB_0183_ES_ES.pdf)
- Lozano-Rivas, W. A. (2018). Suelos. *Suelos.* <https://doi.org/10.2307/j.ctv8j5r0>
- MATTOS, G. E. (2011). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. July.*
- Mendoza, Y. (2013). *Cómo Utilizar El Fertilizante De Urea Para Beneficio De Tu Cultivo.*  
<https://deagronomia.com/cultivos/como-utilizar-el-fertilizante-de-urea/>
- Morales, J., Arriaga, M., López, J., Martínez, R., & Morales, J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1875–1886.
- Proain. (2021). *Los macronutrientes y su relación en el suelo.* <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/los-macronutrientes-y-su-relacion-en-el-suelo>
- Ravi, A., King, D. A., & Sheppard, N. (1968). Infra-red spectra of nitrogen adsorbed on iridium. *Transactions of the Faraday Society*, 64, 3358–3360.  
<https://doi.org/10.1039/TF9686403358>
- Richards, L. A. (2011). El Manejo De Suelos Alcalinos. *Fertilab*, 4.  
[https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/el\\_manejo\\_de\\_suelos\\_alcalinos.pdf](https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/el_manejo_de_suelos_alcalinos.pdf)
- Univex. (2018). *Sulfato de amonio vs urea.* <https://univexfertilizantes.com/Sulfato-de->

Amonio-vs-UREA

UNIVEX. (2022). *Sulfatodeamonio\_Solidocristalino*.

[https://tacsamx.com/DEAQ/src/productos/2026\\_43.htm](https://tacsamx.com/DEAQ/src/productos/2026_43.htm)

### 32. NEXOS

#### Anexo 1 Presupuesto de la investigación

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO TOTAL
<b>INTALACIÓN DEL ANSAYO</b>				
Piola	unidad	3	3	9
Estacas	unidad	120	0,5	60
Rótulos	unidad	33	1	33
Flexómetro	unidad	1	1	1
<b>Sub total 1</b>				<b>123</b>
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>				
Uniones	unidad	3	0,6	1,8
Tubo	unidad	1	7	7
Llovedoras	unidad	9	2	18
Teflón	unidad	1	0,55	0,55
Codos	unidad	2	0,55	1,1
Tee	unidad	8	0,75	6
Alicate	unidad	1	2	2
Pega de tubo	unidad	1	1	1
Acoples	unidad	15	0,6	9
<b>Sub total 2</b>				<b>49,95</b>
<b>SIEMBRA</b>				
Semilla	Lb	2	1,25	2,5
Surcado	Jornal	1	10	10
Siembra	Jornal	1	10	10
<b>Sub total 3</b>				<b>22,5</b>
<b>TUTORADO</b>				
Postes	unidad	14	7	98
Grampas	Lb	1	1,6	1,6
Alambre	Lb	50	19,5	19,5
Martillo	unidad	1	3	3
Machete	unidad	1	5	5
Piolas plásticas	unidad	19	1	19
Mano de obra	Jornal	2	10	20
<b>Sub total 4</b>				<b>166,1</b>
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>				
Regla	unidad	1	0,3	0,3

Libro de campo	unidad	1	1	1
Calibrador	unidad	Existente	0	0
Balanza	unidad	Existente	0	0
Esferos	unidad	1	0,6	0,6
<b>Sub total 5</b>				<b>1,9</b>
<b>GASTOS VARIOS</b>				
Tinta de impresora	unidad	2		
Internet	Mes	25	3	75
Resma de papel	unidad	1	3	3
Pasajes	Diario	100	2,5	250
Fletes	unidad	1	8	8
<b>Sub total 6</b>				<b>336</b>
Limpieza y surcado	Jornal	1	10	10
<b>Subtotal 7</b>				<b>10</b>
<b>ANALISIS DE SUELO</b>				
Macro-micro nutrientes, pH, M.O.	muestra	10	26,09	292,21
<b>Sub total 8</b>				<b>292,21</b>
<b>Sub total</b>				<b>1001,66</b>
Imprevistos			20	20
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>1021,66</b>

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)

Anexo 2 diseño de campo

1,50 m. 5m. 0,5. m	Ancho Largo Caminos	O,35cm	Surcos
Repetición 1		Repetición 2	
Repetición 1		Repetición 3	
B1A1	B3A1	B2A1	
B1A2	B3A2	B2A2	
B1A3	B3A3	B2A3	
B2A1	B1A1	Testigo	
B2A2	B1A2	B3A1	
B2A3	B1A3	B3A2	
B3A1	Testigo	B3A3	
B3A2	B2A1	B1A1	
B3A3	B2A2	B1A2	
Testigo	B2A3	B1A3	

Fuente: (Shirley Llamusunta, 2022)



Fotografía 1 Preparación del terreno

### 33. FOTOGRAFIAS



Fotografía 2. Siembra de semilla de arveja y riego





**Fotografía 3.** Germinación del cultivo de arveja



**Fotografía 4.** fumigación contra el gusano trozador





**Fotografía 5.** Implementación del tutorado

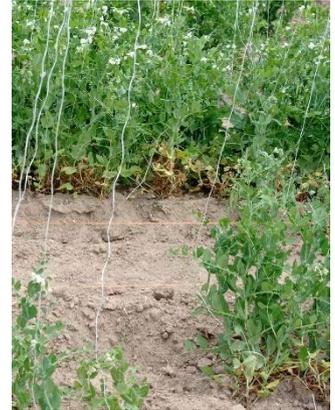


**Fotografías 6. Toma de datos**



**Fotografía 7. Aireación para el control de pudrición de la raíz**





**Fotografías 8.** Colocación de fundas para espantar pájaros.



**Fotografías 9.** Cosecha del cultivo de arveja



**Fotografias 10.** Toma de muestras para enviar hacer analisis de suelo

