



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS
VARIETADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN
SALCEDO, COTOPAXI 2021”**

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

Autor:

Eguez Bautista Paul Vinicio

Tutor:

Chasi Vizuete Wilman Paolo Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto – 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Eguez Bautista Paul Vinicio portador de la cédula de ciudadanía No 0503619132, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021”** siendo el Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Eguez Bautista Paul Vinicio

Estudiante

C.I. 050361913-2

Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete

Docente Tutor

C.I. 050240972-5

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 **EGUEZ BAUTISTA PAUL VINICIO**, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el PhD. 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 “**EFFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Inicio de la Carrera: Abril_2016-Agosto_2016

Finalización de la Carrera: Abril_2021-Agosto_2021

Aprobación en Consejo Académico: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete

Tema: “**EFFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021**”

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

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

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los

siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

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

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

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

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **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 las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así

como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

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

Eguez Bautista Paul Vinicio

EL CEDENTE

PhD. Fabricio Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021” de, Eguez Bautista Paul Vinicio de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete

DOCENTE TUTOR

C.I. 050240972-5

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal Lectores, aprobamos el presente Proyecto 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: Eguez Bautista Paul Vinicio, con el título del Proyecto de Investigación: **“EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 12 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)

Ing. Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro

CC: 050197470-3

Lector 2

Ing. Ph.D. Edwin Marcelo Chancusig Espín

CC: 050114883-7

Lector 3

Ing. Mg. Jorge Fabián Troya Sarzosa

CC:050164556-8

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y en especial a mis padres, a mi familia, gracias a todos ustedes por su apoyo, por inculcarme, y por la fortaleza que me dan para llegar a cumplir mis metas.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme profesional y académicamente.

Mi agradecimiento sincero a la Carrera de Ingeniería Agronómica por acogerme en sus aulas y darme los conocimientos para poder desempeñarme en el campo profesional.

En especial a todos los docentes que compartieron sus conocimientos gracias por ser un amigo incondicional, que con su ayuda, consejos, conocimientos y tiempo he podido culminar el presente trabajo de investigación.

Paul Vinicio Eguez Bautista

DEDICATORIA

Al culminar una etapa tan maravillosa de mi vida, en primera instancia esté presente trabajo dedico a mi Dios por haberme dado el regalo de la vida, por haberme bendecido con una familia maravillosa y por haber permitido finalizar con mi carrera.

A mis padres Vinicio Eguez y Mery Bautista, a mi hermana Cinthya Eguez, quienes han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento, y a toda mi familia quienes depositaron su entera confianza en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad para alcanzar cada uno de mis logros.

Paul Vinicio Eguez Bautista

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021”

Autor: Eguez Bautista Paul Vinicio

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector de Mulliquindil Santa Ana, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, con el objetivo de evaluar el efecto de dos enmiendas orgánicas en dos variedades de col (*Brassica oleracea* var. Sabauda). Se aplicó un diseño completo al azar con un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 3 + 2$, dando un total de 14 tratamientos y 42 unidades experimentales. Las enmiendas orgánicas utilizados fueron el compost y biochar, las variedades de col fueron repollo y Milán. Los indicadores a evaluar fueron porcentaje de mortalidad, altura de planta, largo y ancho de hoja, rendimiento. Además, se realizó análisis de suelo y bromatológico.

De los datos obtenidos se determinó que el tratamiento T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) presentó los mejores promedios para cada indicador evaluado; en altura de planta obtuvo 19,72 cm; en largo de hoja llegó a 16,54 cm; para el ancho de hoja obtuvo un promedio de 13,51 cm a los 30 días de trasplante. La dosis que presento mejores resultados fue D3(11,25Kg), con promedios de 42,53 cm para altura de planta; 27,38 cm para largo de hoja y 21,29 cm para ancho de hoja. En el análisis bromatológico realizado presentó los siguientes resultados para el porcentaje de proteínas con un 3,36%, fibra 5,78%, grasa 0,65% y ceniza con 2,58% de las muestras de col de las dos variedades enviadas al laboratorio. El tratamiento T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) fue quien obtuvo el mejor beneficio costo entre los tratamientos establecidos con un valor de \$3,68 por cada kilogramo cosechado.

Como conclusión tenemos que la utilización de las enmiendas orgánicas tubo un efecto positivo en los tratamientos con respecto al testigo.

Palabras claves: Brassica, compost, biochar, enmiendas orgánicas

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EFFECT OF ORGANIC AMENDMENTS (COMPOST AND BIOCHAR) ON TWO VARIETIES OF CABBAGE (*Brassica oleracea*) COLLARD AND CABBAGE MILAN, IN SALCEDO, COTOPAXI 2021".

Author: Eguez Bautista Paul Vinicio

ABSTRACT

This research was conducted in the sector of Mulliquindil Santa Ana, Canton Salcedo, Province of Cotopaxi. The objective was to evaluate the effect of two organic amendments on two varieties of cabbage (*Brassica oleracea* var. Sabauda). A complete randomized design with a factorial arrangement of $2 \times 2 \times 3 + 2$ was applied, giving a total of 14 treatments and 42 experimental units. The organic amendments used were compost and biochar, and the cabbage varieties were cabbage and Milan. The indicators to be evaluated were mortality percentage, plant height, leaf length and width, and yield. In addition, soil and bromatological analyses were performed.

From the data obtained, it was determined that treatment T9 (cabbage Milan + compost 11.25 kg) presented the best averages for each indicator evaluated; in plant height, it obtained 19.72 cm; in leaf length, it reached 16.54 cm; for leaf width, it obtained an average of 13.51 cm 30 days after transplanting. The dose that presented the best results was D3 (11.25 kg), with averages of 42.53 cm for plant height, 27.38 cm for leaf length, and 21.29 cm for leaf width. The bromatological analysis showed the following results for the percentage of protein with 3.36%, fiber 5.78%, fat 0.65%, and ash with 2.58% of the cabbage samples of the two varieties sent to the laboratory. Treatment T4 (cabbage + biochar 1.32 kg) obtained the best cost-benefit among the established treatments with a value of \$3.68 per kilogram harvested.

In conclusion, the use of organic amendments had a positive effect on the treatments concerning the control.

Key words: Brassica, compost, biochar, organic amendments.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	VI
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA.....	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS	3
4.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. GENERAL	5
6.2. ESPECÍFICOS.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1. EL CULTIVO DE COL (<i>BRASSICA OLERACEA</i>).....	7

8.2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA COL (<i>BRASSICA OLERACEA</i>).....	8
8.3.	REQUERIMIENTOS DE CULTIVO DE COL (<i>BRASSICA OLERACEA</i>)	8
8.4.	VARIEDADES DE <i>BRASSICA OLERACEA</i>	9
8.4.1.	Col Repollo o Berza.....	9
8.4.2.	Col Milán.....	9
8.5.	ABONOS ORGÁNICOS.....	9
8.6.	IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO	10
8.7.	COMPOST	11
8.8.	PROPIEDADES DEL COMPOST.....	12
8.9.	BIOCHAR.....	13
9.	HIPÓTESIS	14
9.1.	HIPÓTESIS NULA.....	14
9.2.	HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	14
9.3.	VARIABLES	14
9.3.1.	Variable independiente	14
9.3.2.	Variable dependiente	14
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	15
10.1.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	15
10.1.1.	De Campo	15
10.1.2.	Bibliográfica Documental	15
10.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	15
10.2.1.	Experimental	15
10.2.2.	Cuali – cuantitativa.....	16
10.3.	UBICACIÓN DEL ENSAYO	16
10.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL	17
10.5.	FACTORES EN ESTUDIO.....	17
10.6.	TRATAMIENTOS	17
10.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
10.8.	ANÁLISIS FUNCIONAL	19
10.9.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	19
10.10.	DISEÑO DEL ENSAYO EN CAMPO.....	19
10.11.	INDICADORES A EVALUAR	20

10.11.1.	Porcentaje de mortalidad.....	20
10.11.2.	Altura de planta	20
10.11.3.	Largo de hoja	20
10.11.4.	Ancho de hoja	21
10.11.5.	Rendimiento.....	21
10.11.6.	Análisis bromatológico	21
10.12.	MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO	21
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	23
11.1.	PORCENTAJE DE MORTALIDAD (PM)	23
11.2.	ALTURA DE PLANTA.....	24
11.3.	LARGO DE HOJA.....	30
11.4.	ANCHO DE HOJA	35
11.5.	RENDIMIENTO	39
11.6.	ANÁLISIS DE LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS	43
11.7.	ANÁLISIS DE SUELO	44
11.8.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....	45
11.9.	ANÁLISIS DE LOS COSTOS POR TRATAMIENTO	46
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	48
12.1.	IMPACTO TÉCNICO.....	48
12.2.	IMPACTO SOCIAL	48
12.3.	IMPACTO AMBIENTAL	48
12.4.	IMPACTO ECONÓMICO.....	48
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
13.1.	CONCLUSIONES	49
13.2.	RECOMENDACIONES	49
14.	BIBLIOGRAFÍA	50
15.	ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades de objetivos planteados	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del chocho	8
Tabla 3. Operacionalización de variables	15
Tabla 4. Ubicación del lugar	16
Tabla 5. Dosis de aplicación de enmiendas orgánicas	17
Tabla 6. Tratamientos en estudio	18
Tabla 7. Esquema del ADEVA	18
Tabla 8. Características de la unidad experimental.....	19
Tabla 9. ADEVA para la variable porcentaje de mortalidad	23
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable porcentaje de mortalidad ..	23
Tabla 11. ADEVA para la variable Altura de planta	25
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable altura de planta	26
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable altura de planta	28
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para Factor C en la variable altura de planta	29
Tabla 15. ADEVA para la variable largo de hoja	30
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable largo de hoja	31
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable largo de hoja	33
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para Factor C en la variable largo de hoja	34
Tabla 19. ADEVA para la variable ancho de hoja.....	35
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable ancho de hoja	36
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable ancho de hoja	38
Tabla 22. ADEVA para la variable Rendimiento (Kg m^{-2}).....	39
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Rendimiento (Kgm^{-2}).....	39
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para Factor A en la variable Rendimiento (Kgm^{-2})	40
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para Factor C en la variable Rendimiento (Kgm^{-2}).....	41
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para Adicionales vs Factores en la variable Rendimiento (Kgm^{-2})	42
Tabla 27. Análisis de laboratorio de las enmiendas orgánicas.....	43
Tabla 28. Análisis de laboratorio de suelo	44
Tabla 29. Análisis bromatológico de la col.....	45

Tabla 30. Valor Kg de cada enmienda orgánica	46
Tabla 31. Costo para cada tratamiento.....	46
Tabla 32. Beneficio – costo para cada Tratamiento	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo	16
Figura 2. Esquema del ensayo en campo	19
Figura 3. Esquema de plantas por tratamiento	20
Figura 4. Promedio para Factor A en la variable porcentaje de mortalidad.....	24
Figura 5. Tratamientos en la variable Altura de planta	27
Figura 6. Factor B en la variable altura de planta	28
Figura 7. Factor C en la variable altura de planta	29
Figura 8. Tratamientos en la variable largo de hoja.....	32
Figura 9. Factor B en la variable largo de hoja.....	33
Figura 10. Factor C en la variable largo de hoja.....	34
Figura 11. Tratamientos en la variable ancho de hoja.....	37
Figura 12. Factor B en la variable ancho de hoja	38
Figura 13. Tratamientos en la variable Rendimiento (Kg m^{-2})	40
Figura 14. Factor A en la variable Rendimiento (Kgm^{-2}).....	41
Figura 15. Factor C en la variable Rendimiento (Kgm^{-2}).....	42
Figura 16. Adicionales vs Factores en la variable Rendimiento (Kgm^{-2}).....	43
Figura 17. Beneficio – costo por Tratamiento	47

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIETADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021”

Fecha de inicio:

Abril 2021

Fecha de finalización:

Agosto 2021

Lugar de ejecución

Mulliquindil Sanata Ana – Salcedo – Cotopaxi

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado:

Conservación de suelos

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete Mg.

Lector 1: Ing. Jacome Mogro Emerson Javier

Lector 2: Ing. Chancusig Espín Edwin Marcelo

Lector 3: Ing. Troya Sarzosa Jorge Fabián

Coordinador del Proyecto: Eguez Bautista Paul Vinicio

Teléfonos: 0999942066

Correo electrónico: paul.eguez2@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Línea 1: Análisis, conservación y aprovechamiento de la agrobiodiversidad local.

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Producción agrícola sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El trabajo se enfocó en la aplicación de dos diferentes enmiendas orgánicas (Compost y Biochar) con tres diferentes dosis para evaluar el desarrollo morfológico de dos variedades de col (*Brassica oleracea*), con el fin de medir las consecuencias que puede ocasionar el uso y la aplicación de estas enmiendas en el mencionado cultivo y en el suelo. Este ensayo se realizó en el Barrio Jesús del Gran Poder donde se utilizó las dos variedades de col, dos tipos de enmiendas orgánicas y tres dosis de las mismas. Se realizó un análisis de suelo inicial, medio y final para determinar las características físico químicas del suelo donde se implantó el cultivo. Luego se procedió a la medición del terreno e implementar el diseño de bloques completos al azar, la siembra de las variedades de acuerdo al diseño. Finalmente, se tomó datos y se procedió a tabular para la redacción de resultados.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Sierra ecuatoriana se caracteriza por tener un relieve bastante homogéneo, y una gran variedad de climas, y suelos que en su mayoría son de la clase de los Andisoles, es decir son muy ricos en ceniza volcánica, y recursos minerales (Calvache, 2014). Por otra parte, diferentes factores tanto bióticos: prácticas humanas, monocultivos, entre otros; abióticos: clima, fertilizantes; provocan que el suelo pierda su capacidad para producir cultivos de calidad. Además, entre los problemas identificados dentro de la Sierra están: deslizamientos por movimientos de masa, erosión eólica e hídrica, cangahua aflorante (10cm), y sub-aflorante (>20 cm), sequía alta, baja, y media, labranzas en laderas, y expansión de la frontera agrícola (Haro, 2020). Además de impactar en la producción de los diferentes productos agrícolas, en el suelo e incrementan los residuos vegetales que por prácticas convencionales no adecuadas son quemados en campo abierto liberando gases de efecto invernadero a la atmósfera, fomentando el calentamiento global y el cambio climático.

El aporte de materia orgánica mejora el suelo y proporciona beneficios a los cultivos agrícolas, a la vez que ofrece beneficios ambientales asociados al secuestro de carbono. Además, mejora la estructura del suelo aumentando la porosidad, la capacidad de retención de agua, el drenaje y la facilidad de laboreo. A nivel químico-físico, contribuye al mantenimiento de los valores de pH (capacidad tampón) y oscurece el color del suelo, favoreciendo su calentamiento. Interactuando con la matriz mineral del suelo, la materia orgánica crea complejos arcillo-húmicos con elevada capacidad de intercambio de iones, constituyendo una reserva de nutrientes para microorganismos y plantas. Las sustancias húmicas presentes tienen

propiedades fitohormonales y favorecen la disponibilidad de nutrientes pocos móviles (por ejemplo el fósforo), a la vez que reducen la pérdida de algunos micronutrientes mediante procesos de quelación (Storino, 2017).

Actualmente la agricultura orgánica, es una alternativa de producción contraria a la agricultura convencional, en la cual la misma que es amigable con el medio ambiente, lo cual posibilita el mejoramiento de los suelos contaminados por los fertilizantes químicos. En ello existe muchas enmiendas orgánicas. El interés de estos, es en conocer sus potencialidades en la mejora de la producción agrícola para ello es necesario investigar sus efectos y esta forma recomendar su uso de forma adecuada y en el tiempo oportuno. Por lo antes mencionado, se ha propuesto investigar el efecto de dos enmiendas orgánicas (Compost y Biochar) en dos especies de col (*Brassica oleracea*) para comprobar el mejor resultado.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos son los agricultores del sector de Mulliquindil Santa Ana dedicados al cultivo de esta hortaliza.

4.2. Beneficiarios Indirectos

Los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica, también la Universidad Técnica de Cotopaxi como gestora del proceso de investigación quienes incentivarán proyectos de vinculación e investigación en diferentes lugares de la provincia.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo e implementación de tecnologías agrícolas que incrementen la productividad, pero que sean realmente sustentables es fundamental para mantener la seguridad y productividad de los alimentos (FAO, 2013). La degradación del suelo a nivel mundial (24%) sucede tanto en los países industrializados como en los que se encuentran en desarrollo y ocurre a tasas sin precedentes además de que provoca la emisión de gases de efecto invernadero (Montiel & Ibrahim, 2016), sin embargo, junto con la reducción de la fertilidad de los suelos se acentúa en todas las regiones de clima cálido y húmedo. Esto se debe a la rápida mineralización de la materia orgánica en regiones de altas temperaturas y precipitaciones y a la presencia de minerales resultantes de procesos de intemperismo avanzado, que presentan poca capacidad de retención de nutrientes contra la lixiviación (Martínez, 2015)

En muchas regiones, ocurre la pérdida de la productividad que en gran medida se debe al uso de agroquímicos, que al mismo tiempo son desfavorables ya que impactan en el ambiente (Lehmann & Joseph, <https://www.taylorfrancis.com>, 2015). La agricultura sustentable, es una manera de producir alimentos que son sanos para los consumidores sin causar daños a la salud del ecosistema. Generalmente, la adición de materia orgánica como la composta y estiércol en el suelo puede ayudar a mejorar la retención de nutrientes; sin embargo, bajo condiciones tropicales el incremento es corto, porque la adición de materia orgánica es rápidamente oxidada y las bases añadidas son rápidamente lixiviadas, además, el contenido bajo de nutrientes y una baja mineralización del suelo orgánico son las dos principales restricciones en la agricultura sustentable (Zheng, Sharma, & Rajagopalan, 2010)

El biochar tiene una afinidad a los nutrientes y un período de persistencia larga, por lo tanto, podría ser una enmienda orgánica superior para restaurar y mejorar propiedades de los suelos agrícolas, para la captura de CO₂, desacelerando el regreso del CO₂ capturado por las plantas, pero sobre todo para el incremento en la productividad de los alimentos (Lehmann & Joseph, <https://www.taylorfrancis.com>, 2015)

El compostaje es la transformación de residuos orgánicos (estiércol animal, hojas, verduras, residuos de alimentos y frutas), por acción controlada de los microorganismos descomponedores que dan como resultado un producto totalmente orgánico, estable e higienizado aprovechable por el suelo y por las plantas. En principio, toda materia orgánica tales como desechos vegetales y animales, y restos de alimentos, entre otros, pueden ser utilizados como materia prima para el compostaje (Puerta, 2004)

El compostaje puede definirse como un proceso biológico aeróbico controlado, en el que intervienen numerosos microorganismos quienes alteran la estructura molecular de los compuestos orgánicos, que incluye un sustrato orgánico heterogéneo en estado sólido, que evoluciona pasando a través de diferentes fases las cuales ocasiona cambios de temperatura y pH durante el proceso, dando lugar a la producción de materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos (Penagos, Adarraga, Aguas, & Molina, 2011).

En el mundo alrededor de 68 millones toneladas de residuos son destinadas al compostaje anualmente, proviniendo en su mayoría de países con altos ingresos y que tienen una buena gestión de residuos. Los países de ingresos medio bajos destinan 1,2 millones de toneladas de residuos orgánicos al compostaje, es decir el 0,55% de todos los residuos orgánicos generados. Entre los países considerados de este tipo se encuentra Ecuador (Vallejo, 2017). Solo el 38,32%

de los hogares de todo el país clasifican los residuos; en orgánicos, plástico, papel y vidrio, donde el 22,77% de todo lo separado son residuos orgánicos. Mientras en su mayoría el plástico, papel y vidrio, son vendidos o regalados a personas que se encargan de su gestión. De los residuos orgánicos clasificados más del 50% se usan para realizar composta o como alimento para animales (INEC, 2017).

De tal manera, el manejo de suelos es un factor importante para la implementación de cualquier clase de cultivos, siempre y cuando exista un aporte de enmiendas de materia orgánica para mejorar las características del suelo y de esta manera aprovechar los residuos generados en el sector para la elaboración de biofertilizantes, además del uso del carbón orgánico que beneficia al suelo en la reproducción de microbiota y salud de las plantas.

6. OBJETIVOS

6.1.General

- Evaluar el efecto de dos enmiendas orgánicas (Compost y Biochar) en dos variedades de col (*Brassica oleracea*) col repollo y col milán, en Salcedo – Cotopaxi.

6.2.Específicos

- Identificar el mejor tratamiento para el desarrollo de las dos variedades de col.
- Establecer la dosis eficiente de las enmiendas orgánicas para el desarrollo de las dos variedades de col.
- Relacionar el efecto de las enmiendas orgánicas en el suelo y la calidad bromatológica de la col.
- Definir el costo de aplicación de los tratamientos en estudio.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1. Actividades de objetivos planteados

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
1. Identificar el mejor tratamiento para el desarrollo de las dos variedades de col	Preparación de las enmiendas Análisis físico químico de suelo Análisis físico químico de las enmiendas Preparación de terreno y labores de trasplante. Evaluación de indicadores	Enmiendas orgánicas preparadas para aplicación Resultados análisis de suelo y enmiendas Cultivo establecido para la toma de datos	Libreta de campo para el registro de datos del proceso investigativo Comparación de análisis de suelo y enmiendas Ensayo implementado
2. Establecer la dosis eficiente de las enmiendas orgánicas para el desarrollo de las dos variedades de col	Determinación de tres dosis de aplicación. Evaluación morfológica de las dos variedades de col.	Aplicación de dosis de enmiendas orgánicas para evaluar el desarrollo del cultivo Registro de datos de los indicadores de evaluación del ensayo	Libreta de campo para el registro de datos del proceso investigativo
3. Relacionar el efecto de las enmiendas orgánicas en el suelo y la calidad bromatológica de la col	Enviar muestras de suelo para realizar análisis inicial, medio y final Enviar muestras de col para realizar un análisis bromatológico final	Se procede a realizar una comparación de los resultados de los análisis de suelo y bromatológico	Análisis y redacción de los resultados de los análisis de suelo y bromatológico
4. Definir el costo de aplicación de los tratamientos en estudio	Elaboración de un análisis de costo beneficio para cada tratamiento	Costos económicos de cada uno de los tratamientos implementados	Cálculo de costo beneficio de cada tratamiento.

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1.El cultivo de col (*Brassica oleracea*)

Algunos autores indican que el lugar de origen de la especie *Brassica oleracea* fue el oeste de Europa (ej., las costas de Inglaterra y el oeste de Francia), donde esta se ha encontrado en forma silvestre. Por otro lado, otros consideran que mucha de la evidencia encontrada apunta como su lugar de origen a la zona del este del Mediterráneo, y también a Asia Menor, desde donde luego se diseminó a diversos lugares de Europa (Fornaris, 2016)

La col es una de las verduras más nutritivas. Tiene bajo contenido de calorías y alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Si bien pertenece a la familia de los repollos, la col no forma una cabeza. Se desarrolla a partir de las hojas. La col tolera más el frío y el calor que la mayoría del resto de verdura, es fácil de cultivar, productiva y se adapta bien tanto a huertos grandes como pequeños. La col crece mejor en climas fríos y necesita la mayor cantidad de luz solar que sea posible (Masabni, 2013).

El tallo de la planta del repollo es uno mayormente no ramificado, corto y grueso, y sus hojas son de superficie cerosa. Un corte longitudinal de la cabeza nos permite observar que la planta del repollo es realmente un ápice de crecimiento terminal bien grande. Esta planta puede alcanzar una altura de 40 hasta 60 cm al madurar. Sus primeras hojas (hojas inferiores) son de superficie lisa o algo abollada, a menudo divididas, y algo carnosas. Estas se expanden completamente, en algunos casos alcanzando hasta los 45 cm de largo y 30 a 40 cm de ancho. Las próximas hojas del tallo son relativamente más pequeñas y estrechas, siendo algunas ellas abrazadoras, que se mantienen erectas y dobladas hacia el centro de la planta. En el ápice de crecimiento dentro de la cabeza del repollo continúan creciendo y desarrollándose nuevas hojas, las cuales al expandirse dentro de la cabeza van a ir ejerciendo presión sobre las hojas externas. Mediante dicho proceso la cabeza va adquiriendo firmeza y aumentando en peso, hasta que la misma alcanza la densidad (peso/volumen) considerada aceptable para la cosecha, terminando así el periodo de la formación de la cabeza del repollo (Fornaris, 2016)

El sistema de raíces del repollo se describe como uno moderadamente superficial o poco profundo, alcanzando de 45 a 60 cm de profundidad. La mayor parte de las raíces, hasta el 90% de estas, se concentran en los primeros 20 a 30 cm del suelo. Este potencial de desarrollo del sistema de raíces es uno bajo condiciones óptimas del suelo y del desarrollo de la planta pero el mismo se puede ver limitado y afectado por varios factores, como lo son: las características físicas de algunos suelos (ej. suelos compactados), algunas prácticas de riego utilizadas (ej., riegos bien cortos y frecuentes), y cuando la siembra se lleva a cabo mediante el trasplante de

plántulas (el método de siembra directa en siembras comerciales de repollo no se recomienda) (Fornaris, 2016).

El repollo no es una planta sensitiva al fotoperiodo en cuanto a su florecida. Después de haber pasado su etapa juvenil, las plantas de repollo florecen en respuesta a temperatura. Esto ocurre cuando las plantas han estado expuestas a temperaturas menores de 10° C, durante un periodo de 5 a 6 semanas. Mientras más baja la temperatura, más corto será el período de exposición requerido. El ‘tallo floral’ se desarrolla a partir de un crecimiento rápido del tallo comprimido presente en la cabeza de la planta del repollo. Su inflorescencia es una de tipo racimosa, con flores en racimos de 12.5 cm de largo. Las mismas son flores perfectas, de color blancuzco o amarillento, de cáliz estrecho, y con cuatro sépalos y pétalos opuestos formando una cruz. Su fruto, en forma de vaina, es una ‘silicua dehiscente’ conteniendo aproximadamente de 10 a 30 semillas por fruto. Las semillas son pequeñas, redondas y de color oscuro. Se estima que 9,000 semillas tienen un peso aproximado de 1 onza (28.35 g) (Fornaris, 2016).

8.2. Clasificación taxonómica de la col (*Brassica oleracea*)

Tabla 2. Clasificación taxonómica del chocho

División	Espermatofita
Sub-división	Angiosperma
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Brassicales
Familia	<i>Brassicaceae</i>
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>B. oleracea</i>
Nombre científico	<i>Brassica oleracea</i>
Nombres comunes	Col, repollo

Fuente: (Caicedo, 2015)

8.3. Requerimientos de cultivo de col (*Brassica oleracea*)

Zona de cultivo: Provincias de la sierra, sobre todo en las provincias de Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay, Loja y Cañar.

Altitud: 2000 a 3000 msnm.

Precipitación: 700 – 1200 mm durante el ciclo.

Temperatura óptima: Entre los 14 y 22°C, debiendo evitar sembrar en áreas con riesgo de heladas.

Luminosidad: Es una planta que requiere entre 4 a 9 horas/sol/día.

Suelos: De textura franco arenoso o franco arcilloso con buen drenaje pH comprendido entre los 5,5 a 6,5 (La Hora, 2015).

8.4. Variedades de *Brassica oleracea*

8.4.1. Col Repollo o Berza

El repollo es la especie hortícola que ocupa mayor superficie al aire libre, es un vegetal verde, fresco y de estación, que es rico en vitaminas y minerales. Sus hojas tienen diferentes tonalidades que van del verde claro hasta el oscuro, blanquecino o morado. El diámetro de los repollos suele tener de 20 a 25 centímetros y su peso oscila desde el kilo y medio de los ejemplares más pequeños a los dos kilos y medio de los de mayor tamaño, se la conoce también como col de hoja suave. Es la variedad más común y representativa del grupo. Sus hojas externas son de color verde claro mientras que las del interior son blancas. Su sabor es fuerte y su consistencia bastante dura (Ecured, s. f.)

8.4.2. Col Milán

También se la conoce como repollo rizado, repollo crespo redondo o col de Savoy. Sus hojas son arrugadas y rizadas, de color verde o algo azulado. Las variedades tempranas presentan el repollo de color blanco y las hojas claras, mientras que las más tardías presentan hojas de color verde oscuro, más recias y de sabor más fuerte (Ecured, s. f.)

8.5. Abonos orgánicos

El abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo y por ende la producción y productividad de los cultivos (Suquilanda, Agricultura Orgánica: Alternativa Tecnológica del Futuro, 2006).

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas (García, 2019).

Se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer (Meléndez & Soto, 2003).

La materia orgánica (residuos de plantas y materiales animales) está hecha de compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus. Durante el proceso de descomposición los microbios pueden atrapar nitrógeno del suelo. La materia orgánica y el humus almacenan muchos nutrientes del suelo. También mejoran su estructura, sueltan suelos de arcilla, ayudan a prevenir la erosión y mejoran la capacidad de retención de nutrientes y agua de suelos arenosos o toscos. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo. Los suelos minerales con mayor contenido de materia orgánica son normalmente los suelos de praderas vírgenes. Los suelos de bosques y aquellos de climas cálidos tienen una menor cantidad de materia orgánica (Pascual & Venegas, s.f.)

Toledo (2016) indica que además de ser una fuente de nutrientes para las plantas, la materia orgánica logra que los suelos obtengan una serie de propiedades muy deseables para la agricultura, volviéndolos sueltos, con mayor capacidad de retención de la humedad, elevando la concentración de nutrientes y manteniendo la química del suelo mejor equilibrada, ya que incrementa los coloides de carga negativa (mayor capacidad de intercambio catiónico) y los de carga positiva (mayor capacidad de intercambio aniónico), lo que redundaría en una mayor capacidad de almacenamiento de nutrientes catiónicos (amonio, calcio, magnesio, potasio, hierro, zinc, cobre, manganeso) y aniónicos (fosfato, sulfato, borato, molibdato). Además, cuando se aplica materia orgánica en forma de estiércoles, se incrementa el pH, reduciéndose el efecto tóxico por excesos de elementos como el aluminio y el manganeso, y es posible que hasta se inhiba el crecimiento de algunos de los hongos del suelo que dañan las plantas, como *Rhizoctonia* y *Phytophthora*, entre otros.

8.6.Importancia de la materia orgánica en el suelo

La materia orgánica es uno de los más importantes componentes del suelo. Si bien nos imaginamos que es un solo compuesto, su composición es muy variada, pues proviene de la

descomposición de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo o en materiales fuera del predio. Es justamente en esa diversa composición donde radica su importancia, pues en el proceso de descomposición, muy diversos productos se obtienen, que actúan como ladrillos del suelo para construir materia orgánica. Aunque no existe un concepto único sobre la materia orgánica del suelo, se considera que la materia orgánica es cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos. Puede ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de microorganismos, como bacterias, hongos, nematodos que aportan al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir. Estos materiales inician un proceso de descomposición o de mineralización, y cambian de su forma orgánica (seres vivos) a su forma inorgánica (minerales, solubles o insolubles). Estos minerales fluyen por la solución de suelo y finalmente son aprovechados por las plantas y organismos, o estabilizados hasta convertirse en humus, mediante el proceso de humificación (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

8.7.Compost

Se define como compostaje a la descomposición y estabilización biológica de substratos orgánicos, bajo condiciones que permitan el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y que puede ser aplicado de forma beneficiosa al suelo (Barrena, 2006). La producción del Compost viene efectuándose desde hace muchos años y es una tecnología bien conocida y desarrollada. Este proceso se basa en la fermentación bacteriana de la materia orgánica contenida en la basura, en presencia de aire. Los microorganismos que realizan este proceso de fermentación aerobia son termófilos, es decir, que trabajan a temperatura más bien altas (50 – 60%) y el producto resultante de esta fermentación de la materia orgánica es un humus, aplicable al terreno (Tituaña, 2009).

Según Suquilanda (1995), el compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición de residuos de origen animal y vegetal. La descomposición de estos residuos ocurre bajo condiciones de humedad y temperatura controladas.

Rueda (s.f.), señala que el compostaje es el proceso mediante el cual distintos materiales orgánicos en proporciones y tamaños definidos, se mezclan con el objeto de lograr una rápida transformación de la materia orgánica, en presencia de oxígeno y con adición de microorganismos especializados.

8.8. Propiedades del compost

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009)

Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos (Yañez, Cantú, & González, 2018)

Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009)

El compost tiene efectos positivos en el suelo, tales como: incremento en la actividad de la fauna del suelo, reducción de microorganismos patógenos, incremento en la densidad aparente, estabilización del pH, incremento de la capacidad de intercambio catiónico, disminución del lavado de nitratos (Muñoz, Muñoz, & Montes, 2015)

El compost puede ser considerado como un mejorador del suelo porque la adición de ácidos húmicos aumenta la capacidad de intercambio catiónico y mejora la capacidad de manejo de agua, aspectos esenciales para una finca sostenible. Pero también es usado como abono. La mayoría de los productores, durante el proceso de transición de agricultura convencional a orgánica, buscan alternativas al uso de fertilizantes sintéticos y utilizan el compost como abono orgánico (Barrataldea, 2005)

El abono orgánico compost se comporta como un acondicionador de suelos, incrementa el contenido de humus, se encuentra libre de enfermedades fúngicas, libre de plagas, lo cual puede ser distribuido en cantidades apreciables sin riesgo que suceda una quema química, este es benéfico para las plantas debido a su contenido de nutrientes el cual mejora el desarrollo vegetativo de las plantas. El abono orgánico compost presenta tres efectos positivos en el suelo. Primera el abono orgánico presenta alto contenido de materia orgánica. y humus. Segunda debido al contenido de nutrientes esta mejora el desarrollo vegetativo de los cultivos. Además, contiene microorganismos benéficos del suelo, lo cual combaten con patógenos perjudiciales para las plantas. Tercero el abono compost esta enriquecido por macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y micro elementos (Uscumayta, 2018)

8.9. Biochar

El “biochar” (biocarbon o carbón vegetal) es un producto que se conoce desde antiguo pero que hoy en día despierta gran interés entre la comunidad científica. Son muchos los investigadores que trabajan con este material, desde como optimizar su fabricación al estudio de sus propiedades para su aplicación en campos tan variados como la agricultura o la generación de energía. En esta entrada nos centraremos en el primero, es decir, el biochar y los suelos agrícolas (Tortosa, 2015).

El biochar es un abono compuesto por carbón vegetal que se ha investigado muy poco en latinoamérica. Países como “estados unidos, japon y corea han revivido el uso de biochar en sistemas de agricultura sostenible” (Hunt, DuPonte, Sato, & Kawabata, 2010).

Lehmann et al (2006) indica que los estudios actuales sobre el biochar se inspiran en la forma en que los indígenas de la amazonía manipulaban el suelo mediante carbón vegetal. Los estudios muestran que el manejo de biochar aumenta significativamente la productividad de los cultivos y reduce la lixiviación de los nutrientes.

Existen áreas en donde se produce biochar naturalmente como sucede en las praderas de estados unidos (oeste del río mississippi y este de las montañas rocosas), lo cual caracteriza a los suelos de esta zona como unos de los suelos más fértiles del mundo (Hunt, DuPonte, Sato, & Kawabata, 2010).

El término biochar es relativamente nuevo pero su uso data como mínimo de hace 2,000 años. En la cuenca de la amazonía hay evidencia del uso extensivo del biochar en las llamadas terra preta y terra mulata, creadas por los ancestros de la cultura indígena. Debido a la gran cantidad de biochar incorporado al suelo la región sigue siendo fértil, a pesar de los siglos que ha sufrido la zona por la lixiviación a causa de las fuertes lluvias (Hunt, DuPonte, Sato, & Kawabata, 2010).

El biocarbón es un producto factible de ser obtenido sólo donde hay suficiente biomasa disponible, tal es el caso de los subproductos de actividades agroforestales o residuos orgánicos urbanos, que pueden ser usados como materia prima. Aunque la producción de biocarbón y su aplicación al suelo son nuevas tecnologías empleadas en varias partes del mundo, hay poca información disponible acerca de este producto (Escalante, y otros, 2016).

La incorporación de biocarbón al suelo puede alterar sus propiedades físicas tales como la textura, la estructura, la distribución del tamaño de poro, el área superficial total, y la densidad aparente, con repercusión en la aireación, capacidad de retención de humedad, crecimiento de las plantas y facilidad de laboreo del suelo. En ocasiones las partículas de biocarbón que son

muy pequeñas pueden bloquear parcial o totalmente la porosidad del suelo con la consecuente alteración de su estructura y la disminución de infiltración de agua (Escalante, y otros, 2016). El biocarbón puede mejorar las funciones del suelo, así como intervenir en los procesos que en él se desarrollan. Algunas evidencias muestran que el biocarbón funciona como portador de microorganismos, por lo que su adición al suelo puede incrementar la población de hongos micorrízicos y los niveles de infección por *Rhizobium* siendo por ello incorporado a los trabajos de bioremediación de suelos. En plantas de tomate inoculadas con *Botrytis* se reporta que su aplicación indujo respuestas en las rutas de resistencia sistémica adquirida e inducida en el dosel, lo que sugiere que favoreció la resistencia al estrés biótico, la aplicación de biocarbón aumenta la capacidad de retención de nutrientes en el suelo con la consecuente reducción de la necesidad de aplicar altas dosis de fertilizantes lo que se traduce en un aumento de la eficiencia de uso del fertilizante (Escalante, y otros, 2016).

9. HIPÓTESIS

9.1.Hipótesis Nula

Ho: La aplicación de las enmiendas orgánicas mejorarán el desarrollo morfológico de las dos variedades de col.

9.2.Hipótesis Alternativa

Ha: La aplicación de las enmiendas orgánicas no mejorarán el desarrollo morfológico de las dos variedades de col.

9.3.Variables

9.3.1. Variable independiente

- Evaluación de dos enmiendas orgánicas (Compost y Biochar)

9.3.2. Variable dependiente

- Características morfológicas de dos variedades de col (*Brassica oleracea*)
 - Porcentaje de mortalidad
 - Altura de planta
 - Largo de hoja
 - Ancho de hoja

- Rendimiento
- Análisis bromatológico

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable Independiente	Variable Dependiente	Indicadores	Índice/unidad medida
Evaluación de dos enmiendas orgánicas (Compost y Biochar)	En dos variedades de col (<i>Brassica oleracea</i>) Col Repollo y Col Milán	Porcentaje de mortalidad.	%
		Altura de planta	cm
		Largo de hoja	cm
		Ancho de hoja	cm
		Rendimiento	Kgm ⁻²
		Análisis bromatológico	Kgm ⁻²

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Métodos y Técnicas

10.1.1. De Campo

La investigación se realizó en el sector de Mulliquindil Santa Ana, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, donde se procederá a establecer el área de estudio, mediante la preparación del terreno, aplicación de enmiendas orgánicas en tres diferentes dosis, trasplante de plántulas y su posterior toma de datos y su tabulación.

10.1.2. Bibliográfica Documental

La investigación se respaldó en la revisión de bibliografía, documentos, revistas digitales de investigaciones realizadas anteriormente que sirvió de base para el contexto del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos en la implementación de la investigación.

10.2. Tipo de Investigación

10.2.1. Experimental

La investigación es de tipo experimental se basó en los principios del método científico, donde se manipularon variables no comprobadas en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o un acontecimiento en particular (Arquero, Berzosa, García, & Monje, 2009). Al aplicar la investigación experimental

se recolectó datos de los indicadores evaluados para posteriormente analizarlos estadísticamente con el uso de un software estadístico y cumplir con los objetivos planteados.

10.2.2. Cualitativa – cuantitativa

Recae en lo cualitativo ya que describe sucesos complejos en su medio natural, y cuantitativa porque recogen datos cuantitativos los cuales también incluyen la medición sistemática, y se emplea el análisis estadístico básico. (Asensi, y otros, 2014)

En la investigación se utilizó la investigación cualitativa – cuantitativa debido a la caracterización morfológica de las dos variedades de col y la medición de los indicadores de acuerdo al efecto de las dos enmiendas orgánicas.

10.3. Ubicación del ensayo

El barrio Jesús del Gran Poder encuentra ubicada en la Parroquia Mulliquindil Santa Ana, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, su suelo es franco arenoso y con una precipitación anual de 554 mm.

Tabla 4. Ubicación del lugar

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Salcedo
Barrio	Jesús del Gran Poder
Parroquia	Mulliquindil Santa Ana
Latitud	9883170
Longitud	770551
Altitud	2728 msnm.

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Figura 1. Ubicación del ensayo



Fuente: Google Earth Pro

10.4. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, para los tratamientos en estudio con un arreglo factorial de $2*2*3+2$.

10.5. Factores en estudio

Factor A: Variedades

V1: Col repollo

V2: Col Milán

Factor B: Enmiendas orgánicas

E1: Compost

E2: Biochar

Factor C: Dosis de aplicación de las enmiendas

Tabla 5. Dosis de aplicación de enmiendas orgánicas

	<i>Compost</i>	<i>Biochar</i>
<i>D1</i>	3,75 Kg	1,32 Kg
<i>D2</i>	7,5 Kg	2,64 Kg
<i>D3</i>	11,25 Kg	3,96 Kg

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Testigo

TR: Testigo col repollo

TM: Testigo col Milán

10.6. Tratamientos

Se evaluaron un total de 12 tratamientos por la interacción de cada uno de los factores en estudio y un testigo absoluto por cada variedad. (Ver tabla 6)

Tabla 6. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1	V1E1D1	Col repollo + compost 3,75 Kg
T2	V1E1D2	Col repollo + compost 7,5 Kg
T3	V1E1D3	Col repollo + compost 11,25 Kg
T4	V1E2D1	Col repollo + biochar 1,32 Kg
T5	V1E2D2	Col repollo + biochar 2,64 Kg
T6	V1E2D3	Col repollo + biochar 3,96 Kg
T7	V2E1D1	Col Milán + compost 3,75 Kg
T8	V2E1D2	Col Milán + compost 7,5 Kg
T9	V2E1D3	Col Milán + compost 11,25 Kg
T10	V2E2D1	Col Milán + biochar 1,32 Kg
T11	V2E2D2	Col Milán + biochar 2,64 Kg
T12	V2E2D3	Col Milán + biochar 3,96 Kg
T0R	Testigo col repollo	Testigo absolute
T0M	Testigo col Milán	Testigo absolute

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

10.7. Análisis estadístico

Se empleó el método matemático de análisis de varianza (**ADEVA**), presentado en el siguiente esquema.

Tabla 7. Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Total	$(t * r) - 1$	41
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	13
Factor A	$(a - 1)$	1
Factor B	$(b - 1)$	1
Factor C	$(c - 1)$	2
A x B		1
A x C		2
B x C		2
A x B x C		2
Testigo vs Adicionales		1
Adicionales		1
Error	$(t - 1) * (r - 1)$	26

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

10.8. Análisis funcional

Se aplicó pruebas de significación de Tukey al 5% para las fuentes de variación en donde se encontró significación o alta significación estadística.

10.9. Unidad experimental

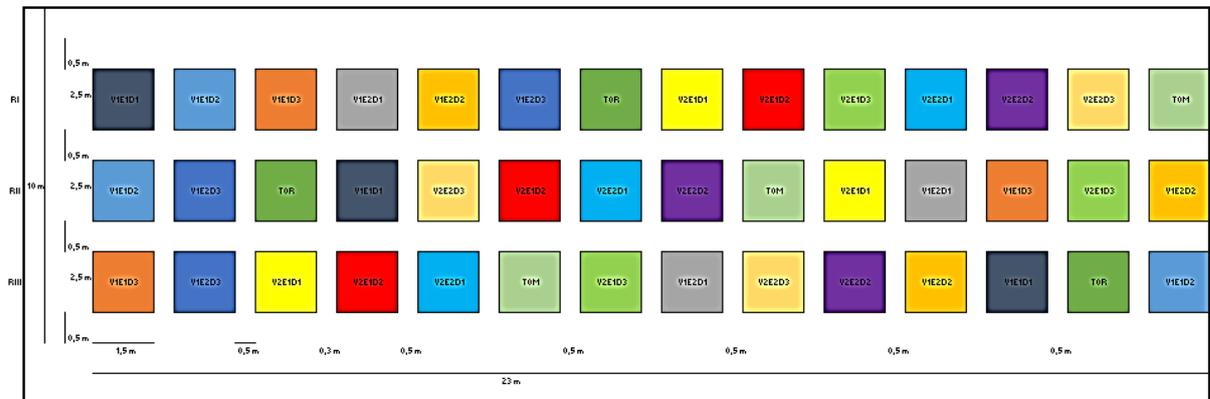
Tabla 8. Características de la unidad experimental

Descripción	Cantidad
Área total del ensayo	230 m ²
Área neta por repetición	181,05 m ²
Área neta de caminos	48,95 m ²
Largo de la repetición	7,10 m
Ancho de la repetición:	8,50 m
Número total de plantas:	672 plantas
Número de plantas por repetición	224
Número de plantas por tratamiento	16
Distancia entre planta	0,3 m
Distancia entre hilera	0,5 m

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

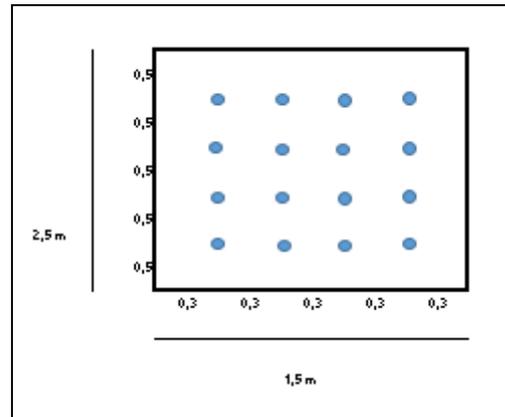
10.10. Diseño del ensayo en campo

Figura 2. Esquema del ensayo en campo



Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Figura 3. Esquema de plantas por tratamiento



Elaborado por: Eguez, P. (2021)

10.11. Indicadores a evaluar

10.11.1. Porcentaje de mortalidad

Se trasplantó 16 plántulas por cada tratamiento y se consideró como el 100%, luego se procedió a contar el número de plántulas muertas luego de 5 días y se determinó el porcentaje de mortalidad. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%mortalidad = \frac{\# \text{ de plantas muertas}}{\# \text{ de plantas totales}} * 100$$

10.11.2. Altura de planta

Luego del trasplante de 16 plántulas por cada tratamiento se procedió a medir la altura de las plántulas cada 15 días con el uso de un flexómetro evitando el efecto borde para lo cual quedaron 4 plantas de la parcela neta y se procedió a registrar los datos en la libreta de campo.

10.11.3. Largo de hoja

Luego del trasplante de 16 plántulas por cada tratamiento se procedió a medir el largo de las hojas de 4 plántulas cada 15 días con el uso de un flexómetro evitando el efecto borde para lo cual quedaron 4 plantas de la parcela neta y se procedió a registrar los datos en la libreta de campo.

10.11.4. Ancho de hoja

Luego del trasplante de 16 plántulas por cada tratamiento se procedió a medir el ancho de las hojas de 4 plántulas cada 15 días con el uso de un flexómetro evitando el efecto borde para lo cual quedaron 4 plantas de la parcela neta y se procedió a registrar los datos en la libreta de campo.

10.11.5. Rendimiento

Para determinar el procedimiento se procedió a cosechar el número de repollos por cada tratamiento por metro cuadrado y pesar en una balanza para calcular el rendimiento e interpolarlo a Kg.ha^{-1} .

10.11.6. Análisis bromatológico

Se procedió a tomar 1 muestras de cada una de las variedades por cada enmienda orgánica y su testigo respectivo luego de la cosecha para enviarlas a laboratorio y se realizó un análisis bromatológico para determinar proteína, grasa, fibra y ceniza. Con estos resultados se procedió a comparar la influencia de las enmiendas orgánicas aplicadas en el contenido de los parámetros evaluados.

10.12. Manejo específico del ensayo

a. Identificación del área de estudio y preparación del terreno

Se procedió a implementar el ensayo en el barrio Santa Ana de Mulliquindil, cantón Salcedo, donde se preparó el terreno mediante una arada y rastrada, posterior se midió el terreno para establecer cada una de las parcelas e identificar donde va cada uno de los tratamientos en estudio de acuerdo al croquis del ensayo presentado en la figura 2.

b. Aplicación de las enmiendas

Las enmiendas fueron aplicadas en tres dosis para cada uno de los tratamientos de acuerdo a lo enunciado en la tabla 3, posteriormente se incorporó al suelo de cada uno de los tratamientos evaluados, se mezcló con la tierra.

c. Análisis de suelo

Se realizaron análisis de suelo: al inicio luego de la preparación del terreno para determinar las características físico – químicas iniciales, posteriormente se realizó un segundo análisis de suelo luego de incorporar las enmiendas orgánicas para determinar cuál fue la acción de las enmiendas en las características físico – químicas del suelo; y, finalmente un análisis final para determinar las características finales luego de cosechar el cultivo de col, para realizar comparaciones.

d. Siembra

Se procedió a realizar el trasplante de las plántulas de col de cada una de las variedades para lo que se necesitará 304 plantas de col repollo y 304 plantas de col Milán, con una densidad de 0,30 m entre plantas y 0,5 entre hileras, llegando a un total de 16 plantas por cada tratamiento.

e. Labores culturales

Se procedió a realizar labores culturales de deshierbe, riego y control de la sanidad vegetal de acuerdo a los requerimientos del cultivo.

f. Toma de datos

Los datos se registraron en una libreta de campo, de acuerdo a cada uno de los indicadores que se van a evaluar y se mencionan anteriormente.

g. Análisis de datos

Los datos obtenidos de cada uno de los indicadores evaluados se analizaron con el software estadístico Infostat versión estudiantil 2019 y se tabularon para revisar la significancia estadística de cada uno de los tratamientos y realizar la discusión de los resultados.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Porcentaje de mortalidad (PM)

Tabla 9. ADEVA para la variable porcentaje de mortalidad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	1194,2	13	91,86	1,91	0,078	ns
Repetición	208,33	2	104,17	2,17	0,135	ns
A	351,56	1	351,56	7,31	0,012	*
B	69,44	1	69,44	1,44	0,240	ns
C	171,44	2	85,72	1,78	0,188	ns
A*B	69,44	1	69,44	1,44	0,240	ns
A*C	319,01	2	159,51	3,32	0,052	ns
B*C	80,3	2	40,15	0,84	0,445	ns
A*B*C	106,34	2	53,17	1,11	0,346	ns
Ad vs Fact	0,62	1	0,62	0,01	0,910	ns
Adicionales	26,04	1	26,04	0,5	0,4853	ns
Error	1250	26	48,08			
Total	2652,53	41				
CV	7,37					

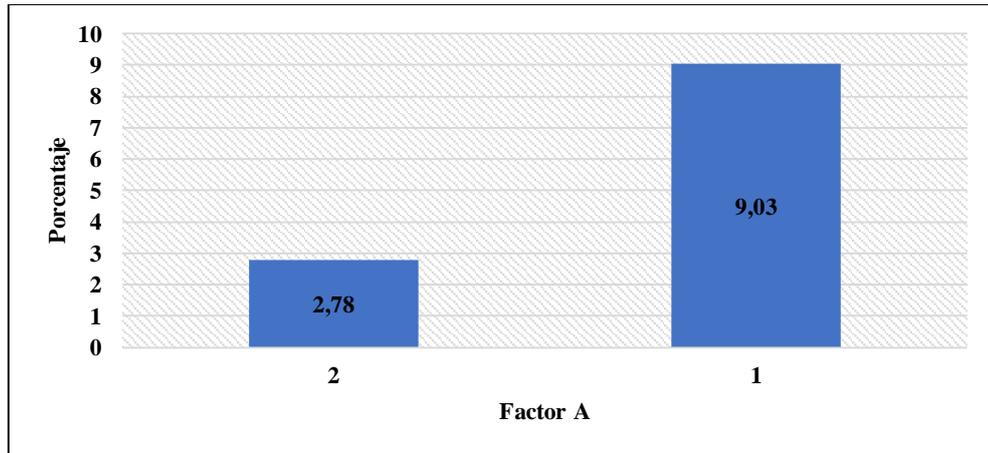
En la tabla 9 se observa el análisis de variancia de la variable porcentaje de mortalidad donde se observa significancia estadística para el Factor A; mientras que para las otras fuentes de variación no hubo significancia estadística, tampoco hubo significancia para las interacciones entre los factores; de la misma manera la comparación entre Adicionales vs Factores y para Adicionales no existió significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 7,37%.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable porcentaje de mortalidad

Factor A	Medias	Rangos
2	2,78	A
1	9,03	B

La prueba de Tukey al 5% para el Factor A en la variable porcentaje de mortalidad se observa en la tabla 10 donde aparecen dos rangos de significación para las medias obtenidas para cada variedad de col; donde el primer rango de significación es para la col Milán con un promedio de mortalidad de 2,78%-, mientras que la col repollo se ubicó en el segundo y último rango de significación con un promedio de mortalidad de 9,03%.

Figura 4. Promedio para Factor A en la variable porcentaje de mortalidad



Elaborado por: Eguez, P. (2021)

11.2. Altura de planta

La tabla 11 indica el análisis de varianza para la variable altura de planta, donde se observan 5 fechas de tomas de datos y un análisis de varianza para cada uno.

A los 15 días y 30 días después del trasplante se observa significación estadística para las fuentes de variación tratamientos y Factor B, mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicionales vs factores y adicionales no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue de 14,32% y 14,46% respectivamente.

A los 45 días después del trasplante se observa significación estadística solamente para la fuente de variación Factor B, mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicional vs factores y adicionales no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue de 16,92%

A los 60 días y 75 días después del trasplante se observa significación estadística para las fuentes de variación Factor B y Factor C, mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicionales vs factores y adicionales no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue de 16,91% para los 60 días y de 13,78% para los 75 días.

Tabla 11. ADEVA para la variable Altura de planta

F.V.	gl	14/5/2021			29/5/2021			14/6/2021			29/6/2021			14/7/2021		
		F	p-valor	*												
Tratamientos	13	3,57	0,0028	*	2,60	0,0184	*	1,80	0,0982	ns	1,81	0,0962	ns	1,96	0,07	ns
Repetición	2	1,14	0,3364	ns	2,03	0,1511	ns	2,25	0,1255	ns	2,74	0,083	ns	3,04	0,0651	ns
A	1	0,07	0,7942247	ns	0,10	0,7579255	ns	1,09	0,306479	ns	2,10	0,1588471	ns	1,77	0,1944001	ns
B	1	37,92	1,639E-06	*	23,40	5,169E-05	*	9,81	0,0042646	*	10,65	0,0030744	*	12,38	0,0016197	*
C	2	1,76	0,191273	ns	1,92	0,1668605	ns	3,45	0,0467514	ns	3,63	0,0408084	*	3,90	0,0331025	*
A*B	1	0,12	0,7339161	ns	0,69	0,4142514	ns	0,37	0,5459161	ns	0,07	0,7982271	ns	0,00	0,9853565	ns
A*C	2	0,15	0,8590853	ns	0,79	0,4656163	ns	0,25	0,7769004	ns	0,47	0,6302386	ns	0,33	0,721398	ns
B*C	2	0,21	0,8132785	ns	0,60	0,5548474	ns	0,59	0,5617741	ns	0,61	0,5515902	ns	0,93	0,4091384	ns
A*B*C	2	0,56	0,5804147	ns	0,80	0,4599205	ns	1,33	0,2829168	ns	0,43	0,6537268	ns	0,25	0,7822313	ns
Ad vs Fact	1	2,76	0,1084245	ns	1,24	0,2751807	ns	0,24	0,6260374	ns	0,17	0,680024	ns	0,07	0,7913766	ns
Adicionales	1	0,20	0,6609	ns	0,19	0,6629	ns	0,57	0,4547	ns	0,22	0,645	ns	0,39	0,5358	ns
Error	26															
Total	41															
CV (%)		14,32			14,48			16,92			16,91			13,78		

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable altura de planta

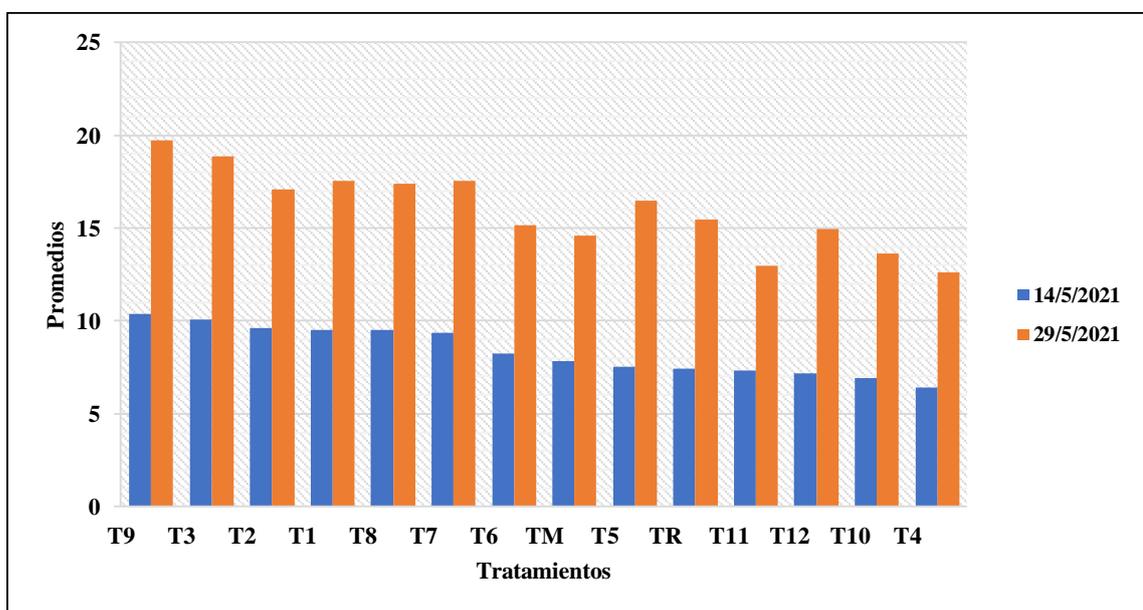
14/5/2021			29/5/2021		
Tratamientos	Medias	Rangos	Tratamientos	Medias	Rangos
T9	10,39	A	T9	19,72	A
T3	10,06	A	T3	18,84	A B
T2	9,60	A B	T2	17,1	A B
T1	9,51	A B	T1	17,52	A B
T8	9,51	A B	T8	17,39	A B
T7	9,36	A B	T7	17,56	A B
T6	8,25	A B	T6	15,13	A B
TM	7,85	A B	TM	14,59	A B
T5	7,52	A B	T5	16,45	A B
TR	7,41	A B	TR	15,45	A B
T11	7,33	A B	T11	12,96	A B
T12	7,20	A B	T12	14,95	A B
T10	6,94	A B	T10	13,64	A B
T4	6,42	B	T4	12,61	A B

En la Tabla 12 se observa los promedios alcanzados por los tratamientos implementados en la investigación, donde a los 15 días después del trasplante se observa los valores alcanzados en altura de la planta donde se observa tres rangos de significación, el tratamiento T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) donde alcanzó un promedio de altura de planta de 10,39 cm, seguido de T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con un promedio de 10,06 cm ubicándose ambos tratamientos en el primer rango de significancia. El segundo rango de significación se encuentra compartiendo los tratamientos: T2 (Col repollo + compost 7,5 Kg) con 9,60 cm; T1 (Col repollo + compost 3,75 Kg) con 9,51 cm; T8 (Col Milán + compost 7,5 Kg) con 9,51 cm; T7 (Col Milán + compost 3,75 Kg) con 9,36 cm; T6 (Col repollo + biochar 3,96 Kg) con 8,25 cm; TM (Testigo col Milán) con 7,85 cm; T5 (Col repollo + biochar 2,64 Kg) con 7,52 cm; TR (Testigo col repollo) con 7,41 cm; T11 (Col Milán + biochar 2,64 Kg) con 7,33 cm; T12 (Col Milán + biochar 3,96 Kg) con 7,20 cm; y, T10 (Col Milán + biochar 1,32 Kg) con 6,94 cm. Finalmente, T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) se ubicó en el último rango de significación con un valor promedio de 6,42 cm.

Para los 30 días después del trasplante existen dos rangos de significación estadística donde se obtuvieron los siguientes promedios de cada uno de los tratamientos en estudio: T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) alcanzó un promedio de altura de planta de 19,72 cm, y se ubicó en el primer rango de significación; El segundo rango de significación se encuentra compartiendo los tratamientos: T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con un promedio de 18,64 cm.; T7 (Col

Milán + compost 3,75 Kg) con 17,56 cm; T1 (Col repollo + compost 3,75 Kg) con 17,52 cm; T8 (Col Milán + compost 7,5 Kg) con 17,39 cm; T2 (Col repollo + compost 7,5 Kg) con 17,10 cm; T5 (Col repollo + biochar 2,64 Kg) con 16,45 cm; TR (Testigo col repollo) con 15,45 cm; T6 (Col repollo + biochar 3,96 Kg) con 15,13 cm; T12 (Col Milán + biochar 3,96 Kg) con 14,95 cm; TM (Testigo col Milán) con 14,59 cm; T10 (Col Milán + biochar 1,32 Kg) con 13,64 cm; T11 (Col Milán + biochar 2,64 Kg) con 12,96 cm; y finalmente, T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) con un valor promedio de 12,61 cm.

Figura 5. Tratamientos en la variable Altura de planta



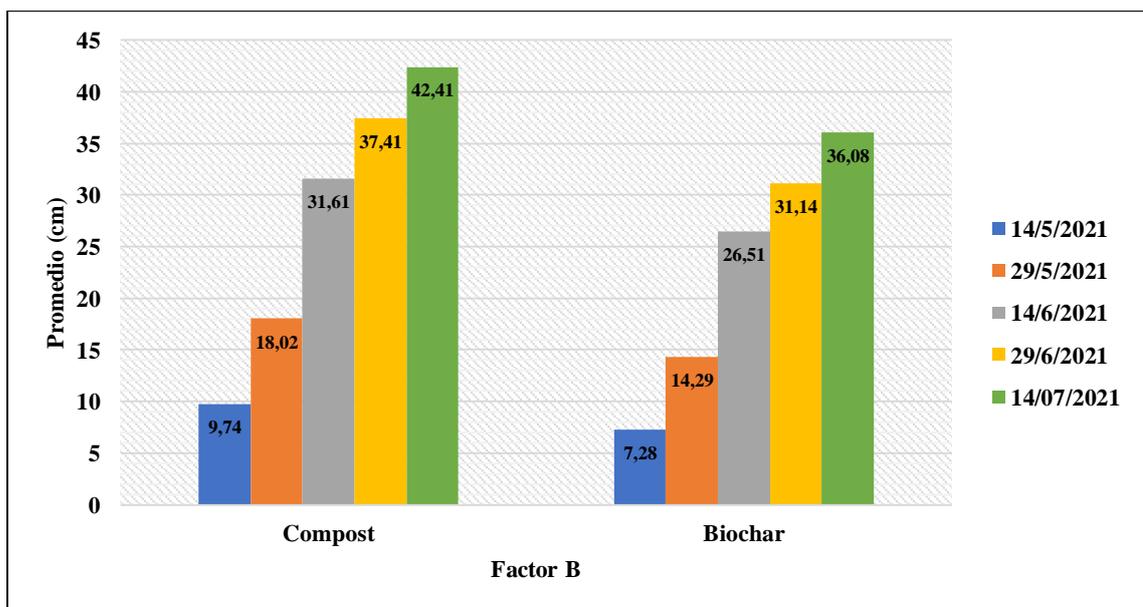
Elaborado por: Eguez, P. (2021)

La figura 5 nos indica los promedios alcanzados por cada tratamiento a los 15 días y 30 días después del trasplante, se evidencia claramente cuáles fueron los tratamientos que mayores promedios obtuvieron siendo el más destacado el tratamiento T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg), de acuerdo a Azim et al.; (2017) indique que uno de los enfoques sobre los efectos del compost en las plantas depende el grado de madurez, y se vincula a que la enmienda de compost maduro en un suelo tiene efectos positivos sobre la germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable altura de planta

	14/5/2021		29/5/2021		14/6/2021		29/6/2021		14/7/2021	
Factor B	Medias	Rangos								
1	9,74	A	18,02	A	31,61	A	37,41	A	42,41	A
2	7,28	B	14,19	B	26,51	B	31,14	B	36,08	B

La tabla 13 indica la prueba de Tukey 5% aplicada al Factor B (enmiendas orgánicas) para cada uno de los períodos de toma de datos presentando dos rangos de significación; se observa que la enmienda orgánica Compost presenta los mejores promedios en todas las fechas, a los 15 días del trasplante alcanza un promedio de 9,74 cm; a los 30 días del trasplante con 18,02 cm; a los 45 días tiene un promedio de 31,61 cm; a los 60 días con un promedio de 37,41 cm y finalmente, a los 75 días obtiene un promedio de 42,41 cm. El segundo rango de significación lo alcanzó la enmienda orgánica de biochar donde a los 15 días del trasplante alcanza un promedio de 7,28 cm; a los 30 días del trasplante con 14,29 cm; a los 45 días tiene un promedio de 26,51 cm; a los 60 días con un promedio de 31,14 cm y finalmente, a los 75 días obtiene un promedio de 36,08 cm.

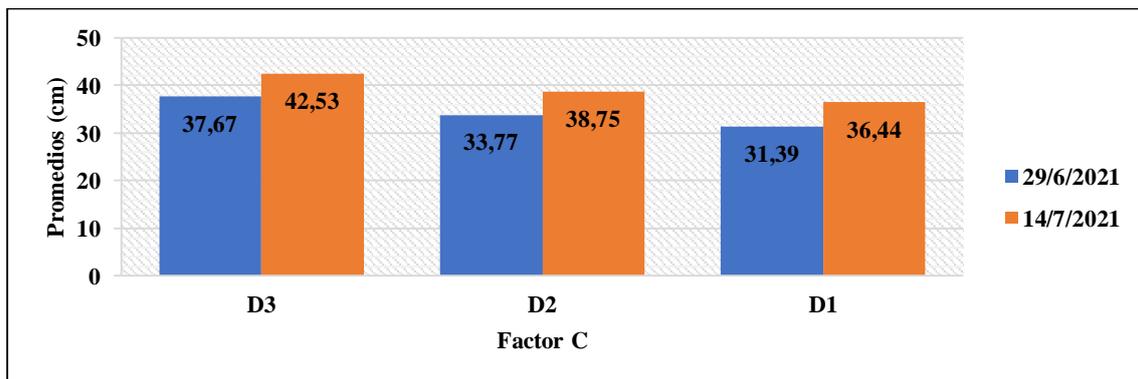
Figura 6. Factor B en la variable altura de planta

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para Factor C en la variable altura de planta

29/6/2021			14/7/2021		
Factor C	Medias	Rangos	Factor C	Medias	Rangos
3	37,67	A	3	42,53	A
2	33,77	A B	2	38,75	A B
1	31,39	B	1	36,44	B

Se observa en la tabla 14 los promedios alcanzados por las dosis aplicadas e cada una de las enmiendas orgánicas donde la significación estadística fue para las dos últimas fechas de tomas de datos, se observa tres rangos de significación donde la D3 que se refiere a las dosis más altas se encuentran en el primer rango con promedios de 37,67 cm a los 60 días y 42,53 cm a los 75 días después del trasplante, la dosis media D2 se ubica en el segundo rango de significación con un promedio de 33,77 cm a los 60 días y 38,75 cm a los 75 días después del trasplante; finalmente, la dosis baja D1 se ubica en el último rango de significación con promedios de 31,39 cm a los 60 días y 36,44 a los 75 días después del trasplante.

Figura 7. Factor C en la variable altura de planta

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

11.3. Largo de hoja

Tabla 15. ADEVA para la variable largo de hoja

F.V.	gl	14/5/2021			29/5/2021			14/6/2021			29/6/2021			14/7/2021		
		F	p-valor	*	F	p-valor	*	F	p-valor	*	F	p-valor	*	F	p-valor	*
Tratamientos	13	2,87	0,011	*	2,49	0,023	*	2,08	0,054	ns	1,60	0,149	ns	1,37	0,237	ns
Repetición	2	0,88	0,428	ns	1,59	0,223	ns	1,22	0,313	ns	2,16	0,136	ns	2,21	0,130	ns
A	1	0,01	0,933	ns	0,19	0,668	ns	2,19	0,151	ns	1,56	0,222	ns	1,63	0,213	ns
B	1	26,17	2,475E-05	*	21,95	7,719E-05	*	13,03	0,001	*	9,58	0,005	*	8,49	0,007	*
C	2	2,09	0,144	ns	2,01	0,154	ns	3,52	0,044	*	3,16	0,059	ns	2,25	0,125	ns
A*B	1	1,35	0,257	ns	0,26	0,615	ns	0,09	0,764	ns	0,01	0,921	ns	0,06	0,805	ns
A*C	2	0,81	0,455	ns	1,03	0,370	ns	0,75	0,482	ns	0,65	0,531	ns	0,42	0,664	ns
B*C	2	0,58	0,569	ns	0,86	0,436	ns	0,37	0,693	ns	0,47	0,633	ns	0,51	0,609	ns
A*B*C	2	0,37	0,696	ns	0,31	0,734	ns	0,91	0,415	ns	0,41	0,669	ns	0,50	0,614	ns
Ad vs Fact	1	2,06	0,163	ns	1,41	0,245	ns	0,40	0,534	ns	0,09	0,769	ns	0,18	0,676	ns
Adicionales	1	0,06	0,8041	ns	0,19	0,6632	ns	0,28	0,6025	ns	0,17	0,6817	ns	0,13	0,7175	ns
Error	26															
Total	41															
CV (%)		17,27			16,46			16,82			17,85			18,08		

El análisis de varianza de la tabla 15 para la variable largo de hoja indica que a los 15 días y 30 días después del trasplante se observa significación estadística para las fuentes de variación tratamientos y Factor B, mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicionales vs factores y adicionales no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue de 17,27% y 16,46% respectivamente.

A los 45 días después del trasplante se observa significación estadística para las fuentes de variación Factor B y Factor C, mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicional vs factores y adicionales no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue de 16,82%

A los 60 días y 75 días después del trasplante se observa significación estadística para la fuente de variación Factor B, mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicionales vs factores y adicionales no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue de 17,85% para los 60 días y de 18,08% para los 75 días.

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable largo de hoja

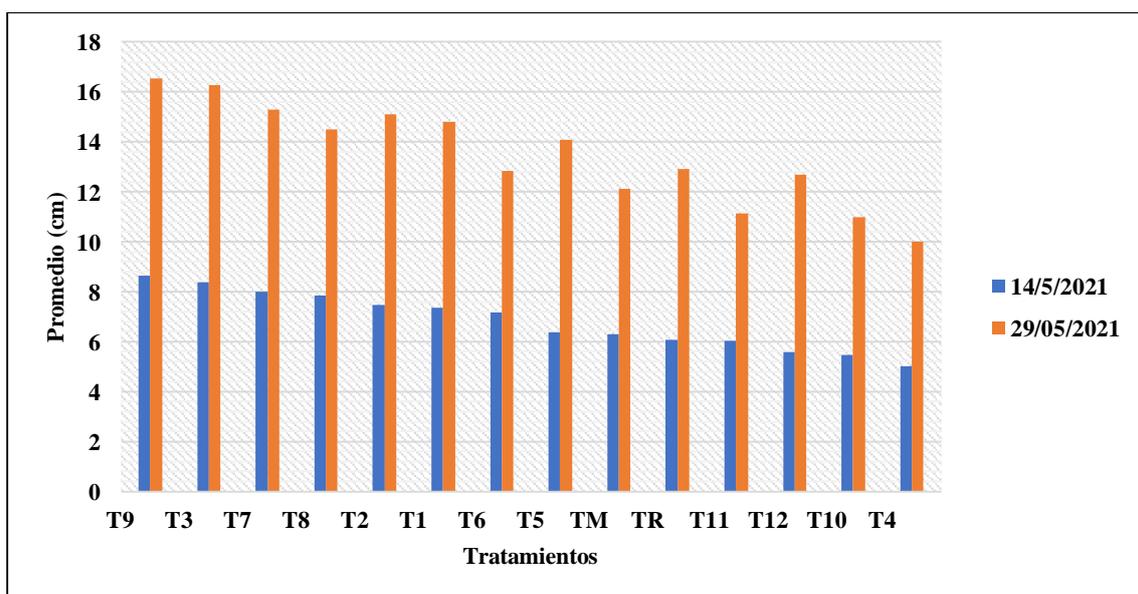
Tratamientos	14/5/2021		29/5/2021	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
T9	8,63	A	16,54	A
T3	8,39	A B	16,28	A B
T7	8	A B	15,3	A B
T8	7,83	A B	14,5	A B
T2	7,47	A B	15,11	A B
T1	7,34	A B	14,79	A B
T6	7,15	A B	12,84	A B
T5	6,38	A B	14,07	A B
TM	6,31	A B	12,11	A B
TR	6,07	A B	12,93	A B
T11	6,03	A B	11,13	A B
T12	5,57	A B	12,69	A B
T10	5,45	A B	10,98	A B
T4	5	B	9,99	A B

En la Tabla 16 se observa los promedios alcanzados por los tratamientos implementados en la investigación, donde a los 15 días después del trasplante se observa los valores alcanzados en longitud de hoja donde se observa tres rangos de significación, el tratamiento T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) donde alcanzó un promedio de longitud de hoja de 8,63 cm, ubicándose en el primer rango de significación, a continuación se ubican en el segundo rango de significación

los tratamientos T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con un promedio de 8,39 cm; T7 (Col Milán + compost 3,75 Kg) con 8,00 cm; T8 (Col Milán + compost 7,5 Kg) con 7,83 cm; T2 (Col repollo + compost 7,5 Kg) con 7,47 cm; T1 (Col repollo + compost 3,75 Kg) con 7,34 cm; T6 (Col repollo + biochar 3,96 Kg) con 7,15 cm; T5 (Col repollo + biochar 2,64 Kg) con 6,38 cm; TM (Testigo col Milán) con 6,31 cm; TR (Testigo col repollo) con 6,07 cm; T11 (Col Milán + biochar 2,64 Kg) con 6,03 cm; T12 (Col Milán + biochar 3,96 Kg) con 5,57 cm; y, T10 (Col Milán + biochar 1,32 Kg) con 5,45 cm. Finalmente, T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) se ubicó en el último rango de significación con un valor promedio de 5,00 cm.

Para los 30 días después del trasplante existen dos rangos de significación estadística donde se obtuvieron los siguientes promedios de cada uno de los tratamientos en estudio: T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) alcanzó un promedio de altura de planta de 16,54 cm, y se ubicó en el primer rango de significación; El segundo rango de significación se encuentra compartiendo los tratamientos: T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con un promedio de 16,28 cm.; T7 (Col Milán + compost 3,75 Kg) con 15,30 cm; T2 (Col repollo + compost 7,5 Kg) con 15,11 cm; T1 (Col repollo + compost 3,75 Kg) con 14,79 cm; T8 (Col Milán + compost 7,5 Kg) con 14,50 cm; T5 (Col repollo + biochar 2,64 Kg) con 14,07 cm; TR (Testigo col repollo) con 12,93 cm; T6 (Col repollo + biochar 3,96 Kg) con 12,84 cm; T12 (Col Milán + biochar 3,96 Kg) con 12,69 cm; TM (Testigo col Milán) con 12,11 cm; T11 (Col Milán + biochar 2,64 Kg) con 11,13 cm; T10 (Col Milán + biochar 1,32 Kg) con 10,98 cm; y finalmente, T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) con un valor promedio de 9,99 cm.

Figura 8. Tratamientos en la variable largo de hoja



Elaborado por: Eguez, P. (2021)

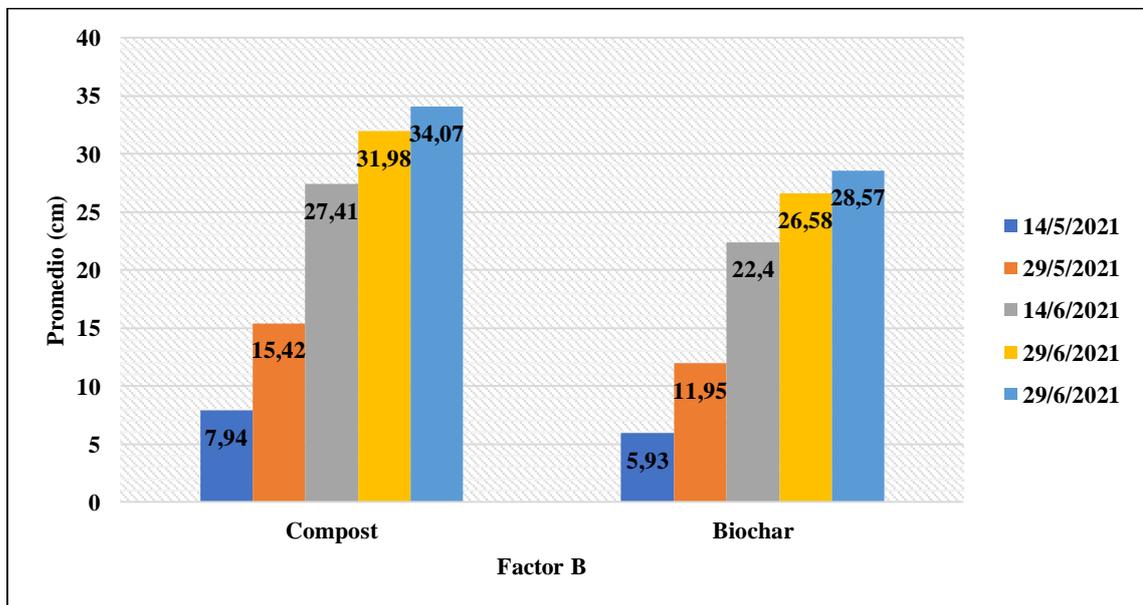
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable largo de hoja

Factor B	14/5/2021		29/5/2021		14/6/2021		29/6/2021		29/6/2021	
	Medias	Rangos								
1	7,94	A	15	A	27	A	32	A	34	A
2	5,93	B	12	B	22	B	27	B	29	B

La tabla 17 indica la prueba de Tukey 5% aplicada al Factor B (enmiendas orgánicas) para cada uno de los períodos de toma de datos presentando dos rangos de significación; se observa que la enmienda orgánica Compost presenta los mejores promedios en todas las fechas, a los 15 días del trasplante alcanza un promedio de 7,94 cm; a los 30 días del trasplante con 15,42 cm; a los 45 días tiene un promedio de 27,41 cm; a los 60 días con un promedio de 31,98 cm y finalmente, a los 75 días obtiene un promedio de 34,07 cm.

El segundo rango de significación lo alcanzó la enmienda orgánica de biochar donde a los 15 días del trasplante alcanza un promedio de 5,93 cm; a los 30 días del trasplante con 11,95 cm; a los 45 días tiene un promedio de 22,40 cm; a los 60 días con un promedio de 26,58 cm y finalmente, a los 75 días obtiene un promedio de 28,57 cm.

Figura 9. Factor B en la variable largo de hoja

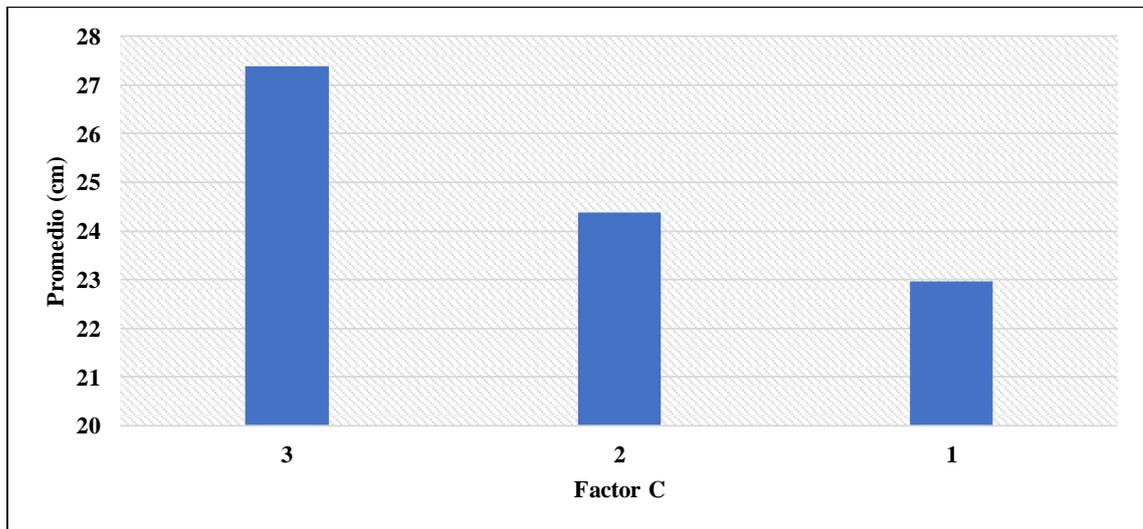


Elaborado por: Egeuz, P. (2021)

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para Factor C en la variable largo de hoja

Factor C	Medias	Rangos	
3	27,38	A	
2	24,37	A	B
1	22,97	B	

Se observa en la tabla 18 los promedios alcanzados por las dosis aplicadas de cada enmienda orgánica a los 45 días después del trasplante, existiendo tres rangos de significación, donde la dosis alta D3 llegó a un promedio de 27,38 cm; la dosis media D2 alcanzó un promedio de 24,34 cm y la dosis baja alcanzó un valor promedio de 22,97 cm ubicándose en el último rango de significancia.

Figura 10. Factor C en la variable largo de hoja

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

11.4. Ancho de hoja

Tabla 19. ADEVA para la variable ancho de hoja

F.V.	Gl	14/5/2021			29/5/2021			14/6/2021			29/6/2021			14/7/2021		
		F	p-valor	*	F	p-valor	*	F	p-valor	ns	F	p-valor	ns	F	p-valor	ns
Tratamientos	13	4,1	0,001	*	3,37	0,004	*	2,11	0,051	ns	1,60	0,150	ns	1,42	0,214	ns
Repetición	2	1,07	0,359	ns	2,11	0,141	ns	3,44	0,047	ns	4,68	0,018	ns	5,03	0,014	ns
A	1	0,59	0,450	ns	1,72	0,201	ns	2,94	0,098	ns	0,50	0,487	ns	0,38	0,542	ns
B	1	46,00	<0,0001	*	26,67	<0,0001	*	13,00	0,001	*	9,64	0,005	*	10,02	0,004	*
C	2	1,18	0,324	ns	1,98	0,159	ns	1,56	0,228	ns	1,70	0,202	ns	1,09	0,351	ns
A*B	1	0,32	0,574	ns	2,58	0,120	ns	0,56	0,459	ns	0,09	0,761	ns	0,04	0,847	ns
A*C	2	0,18	0,839	ns	0,56	0,581	ns	2,07	0,147	ns	1,48	0,246	ns	0,90	0,418	ns
B*C	2	0,24	0,792	ns	1,45	0,252	ns	0,96	0,394	ns	1,47	0,249	ns	1,25	0,302	ns
A*B*C	2	0,26	0,769	ns	2,13	0,140	ns	0,10	0,902	ns	0,28	0,755	ns	0,19	0,828	ns
Ad vs Fact	1	1,68	0,207	ns	0,43	0,516	ns	1,40	0,247	ns	0,60	0,446	ns	1,11	0,301	ns
Adicionales	1	0,49	0,4883	ns	0,12	0,7296	ns	0,08	0,7752	ns	0,05	0,8232	ns	0,08	0,7845	ns
Error	26															
Total	41															
CV (%)		16,56			21,55			18,41			19,16			17,04		

El análisis de varianza de la tabla 19 para la variable ancho de hoja indica que a los 15 días y 30 días después del trasplante se observa significación estadística solamente para la fuente de variación tratamientos mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicionales vs factores y adicionales no presentaron significación estadística.

A los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante se observa significación estadística para la fuente de variación Factor B, mientras que, para el resto de fuentes de variación, interacciones entre los factores, la comparación adicionales vs factores y adicionales no presentaron significación estadística. Los coeficientes de variación fueron de 16,56%; 21,55%; 18,41%; 19,16% y 17,04% para cada uno de los períodos de toma datos después del trasplante.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable ancho de hoja

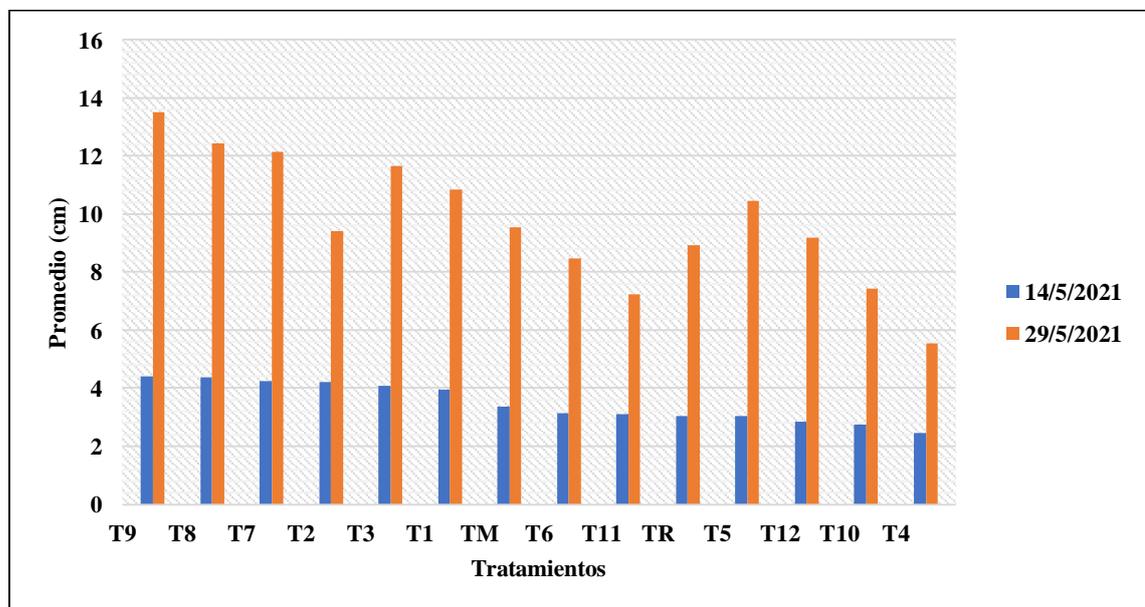
14/5/2021				29/5/2021		
Tratamientos	Medias	Rangos		Tratamientos	Medias	Rangos
T9	4,40	A		T9	13,51	A
T8	4,38	A		T8	12,42	A
T7	4,24	A		T7	12,14	A
T2	4,20	A		T2	9,42	A B
T3	4,08	A B		T3	11,65	A B
T1	3,95	A B		T1	10,85	A B
TM	3,38	A B		TM	9,55	A B
T6	3,15	A B		T6	8,46	A B
T11	3,12	A B		T11	7,22	A B
TR	3,05	A B		TR	8,93	A B
T5	3,03	A B		T5	10,44	A B
T12	2,86	A B		T12	9,17	A B
T10	2,74	A B		T10	7,43	A B
T4	2,44	B		T4	5,54	B

En la Tabla 20 se observa los promedios alcanzados por los tratamientos implementados en la investigación, donde a los 15 días después del trasplante se observa los valores alcanzados en el ancho de hoja donde se observa tres rangos de significación, el primer rango de significación lo comparten los tratamientos: T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) donde alcanzó un promedio de longitud de hoja de 4,40 cm; a continuación, T8 (Col Milán + compost 7,5 Kg) con 4,38 cm; T7 (Col Milán + compost 3,75 Kg) con 4,24 cm; T2 (Col repollo + compost 7,5 Kg) con 4,20 cm; el segundo rango de significación se encuentran los tratamientos: T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con un promedio de 4,08 cm; T1 (Col repollo + compost 3,75 Kg) con 3,95

cm; TM (Testigo col Milán) con 3,38 cm; T6 (Col repollo + biochar 3,96 Kg) con 3,15 cm; T11 (Col Milán + biochar 2,64 Kg) con 3,12 cm; TR (Testigo col repollo) con 3,05 cm; T5 (Col repollo + biochar 2,64 Kg) con 3,03 cm; T12 (Col Milán + biochar 3,96 Kg) con 2,86 cm; y, T10 (Col Milán + biochar 1,32 Kg) con 2,74 cm. Finalmente, T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) se ubicó en el último rango de significación con un valor promedio de 2,44 cm.

Para los 30 días después del trasplante existen tres rangos de significación estadística donde se obtuvieron los siguientes promedios para cada uno de los tratamientos en estudio que se ubican el primer rango de significación: T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) alcanzó un promedio de altura de planta de 13,51 cm; T8 (Col Milán + compost 7,5 Kg) con 12,42 cm; T7 (Col Milán + compost 3,75 Kg) con 12,14 cm; T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con un promedio de 11,65 cm.; T1 (Col repollo + compost 3,75 Kg) con 10,85 cm; T5 (Col repollo + biochar 2,64 Kg) con 10,44 cm; TM (Testigo col Milán) con 9,55 cm; T2 (Col repollo + compost 7,5 Kg) con 9,42 cm; T12 (Col Milán + biochar 3,96 Kg) con 9,17 cm; TR (Testigo col repollo) con 8,93 cm; T6 (Col repollo + biochar 3,96 Kg) con 8,46 cm; T10 (Col Milán + biochar 1,32 Kg) con 7,43 cm; T11 (Col Milán + biochar 2,64 Kg) con 7,22 cm; y finalmente, T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) con un valor promedio de 5,54 cm.

Figura 11. Tratamientos en la variable ancho de hoja



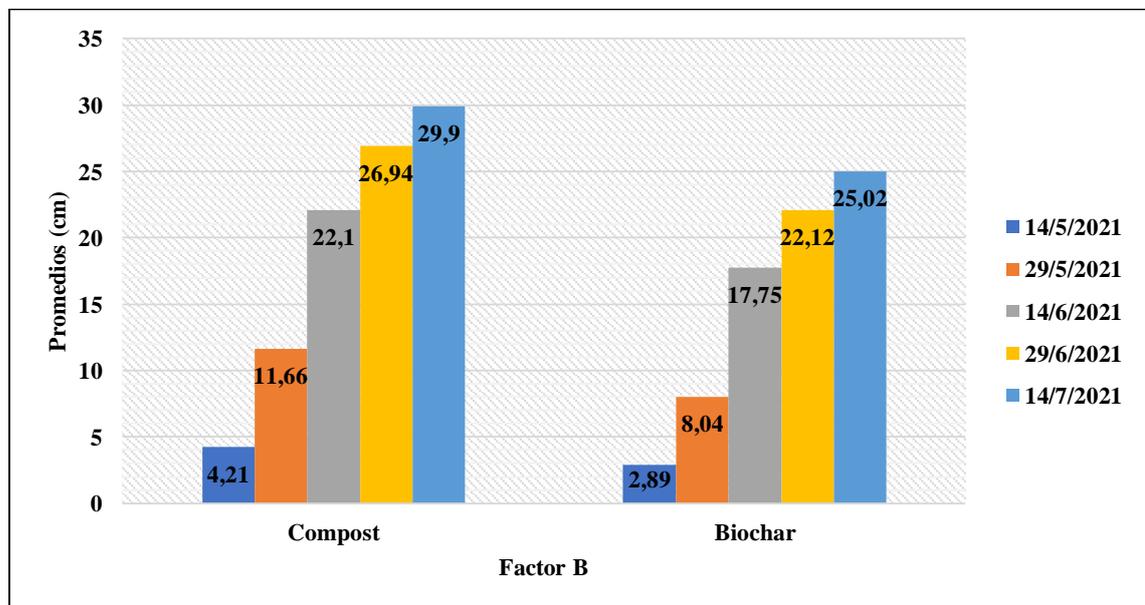
Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para Factor B en la variable ancho de hoja

	14/5/2021		29/5/2021		14/6/2021		29/6/2021		14/7/2021	
Factor B	Medias	Rangos								
1	4,21	A	11,66	A	22,10	A	26,94	A	29,90	A
2	2,89	B	8,04	B	17,75	B	17,75	B	25,02	B

La tabla 21 indica la prueba de Tukey 5% aplicada al Factor B (enmiendas orgánicas) para cada uno de los períodos de toma de datos presentando dos rangos de significación; se observa que la enmienda orgánica Compost presenta los mejores promedios en todas las fechas, a los 15 días del trasplante alcanza un promedio de ancho de hoja de 4,21 cm; a los 30 días del trasplante con 11,66 cm; a los 45 días tiene un promedio de 22,10 cm; a los 60 días con un promedio de 26,94 cm y finalmente, a los 75 días obtiene un promedio de 29,90 cm.

El segundo rango de significación lo alcanzó la enmienda orgánica de biochar donde a los 15 días del trasplante alcanza un promedio de 2,89 cm; a los 30 días del trasplante con 8,04 cm; a los 45 días tiene un promedio de 17,75 cm; a los 60 días con un promedio de 22,12 cm y finalmente, a los 75 días obtiene un promedio de 25,02 cm.

Figura 12. Factor B en la variable ancho de hoja

Elaborado por: Egeuz, P. (2021)

11.5. Rendimiento

Tabla 22. ADEVA para la variable Rendimiento (Kg m⁻²)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamientos	40,65	13	3,13	3,72	0,002	*
Repetición	0,44	2	0,22	0,26	0,772	ns
A	3,71E+00	1	3,71E+00	4,42E+00	0,045	*
B	3,1	1	3,1	3,69E+00	0,066	ns
C	16,96	2	8,48	1,01E+01	0,001	*
A*B	1,50E-03	1	1,50E-03	1,79E-03	0,967	ns
A*C	0,46	2	0,23	2,74E-01	0,763	ns
B*C	0,39	2	0,2	2,38E-01	0,790	ns
A*B*C	0,73	2	0,36	4,29E-01	0,656	ns
Ad vs Fact	15,31	1	15,31	1,82E+01	0,000	*
Adicionales	4,20E-04	1	4,20E-04	5,20E-04	0,9819	ns
Error	21,88	26	0,84			
Total	62,97	41				
CV	18,09					

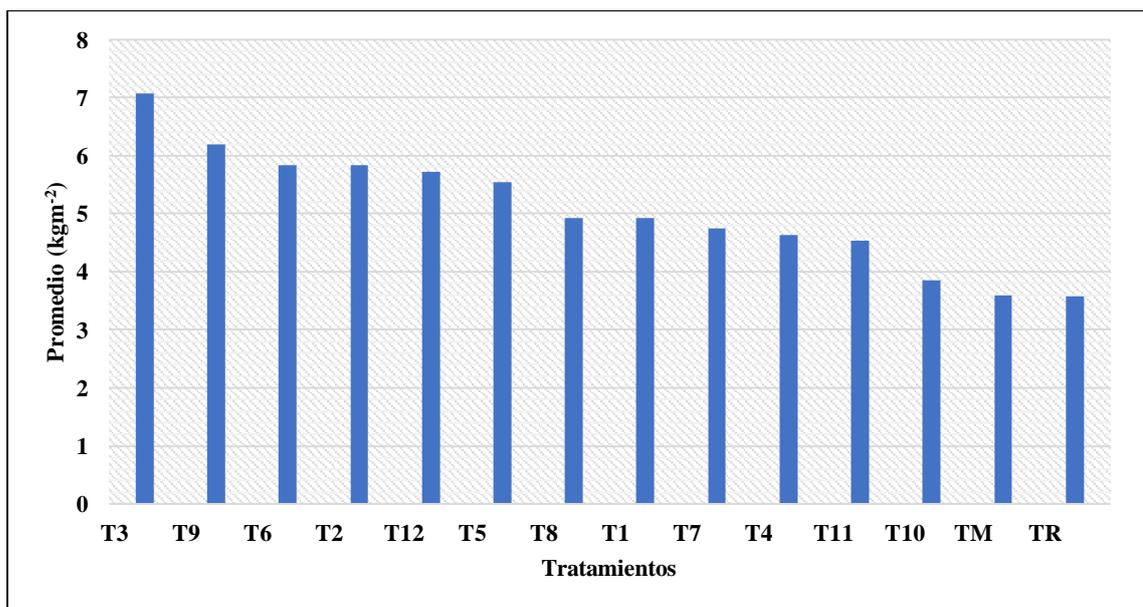
Se observa en la tabla 22 el análisis de varianza para la variable rendimiento donde existe significancia estadística para las fuentes de variación tratamientos, Factor A, Factor C y la comparación de Adicionales vs Factores, no hubo significancia estadística para el Factor B, las interacciones entre los factores en estudio y adicionales. El coeficiente de variación fue de 18,09%.

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Rendimiento (Kgm⁻²)

Tratamientos	Medias	Rangos	
T3	7,07	A	
T9	6,19	A	B
T6	5,83	A	B
T2	5,83	A	B
T12	5,73	A	B
T5	5,55	A	B
T8	4,93	A	B
T1	4,92	A	B
T7	4,74	A	B
T4	4,63	A	B
T11	4,53	A	B
T10	3,86		B
TM	3,60		B
TR	3,58		B

Se indica en la tabla 23 los promedios de los rendimientos obtenidos de cada uno de los tratamientos en estudio donde aparecen tres rangos de significación; el primer rango los ocupa el tratamiento T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con un promedio de 7,07 Kgm^{-2} ; el segundo rango de significancia está compartido por los tratamientos: T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) con 6,19 Kgm^{-2} ; T6 (Col repollo + biochar 3,96 Kg) con 5,83 Kgm^{-2} ; T2 (Col repollo + compost 7,5 Kg) con 5,83 Kgm^{-2} ; T12 (Col Milán + biochar 3,96 Kg) con 5,73 Kgm^{-2} ; T5 (Col repollo + biochar 2,64 Kg) con 5,55 Kgm^{-2} ; T8 (Col Milán + compost 7,5 Kg) con 4,93 Kgm^{-2} ; T1 (Col repollo + compost 3,75 Kg) con 4,92 Kgm^{-2} ; T7 (Col Milán + compost 3,75 Kg) con 4,74 Kgm^{-2} ; T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) con 4,63 Kgm^{-2} ; y, T11 (Col Milán + biochar 2,64 Kg) con 4,53 Kgm^{-2} ; el último rango lo comparten los tratamientos: T10 (Col Milán + biochar 1,32 Kg) con 3,86 Kgm^{-2} ; TM (Testigo col Milán) con 3,60 Kgm^{-2} ; finalmente, TR (Testigo col repollo) con 3,58 Kgm^{-2} .

Figura 13. Tratamientos en la variable Rendimiento (Kg m^{-2})



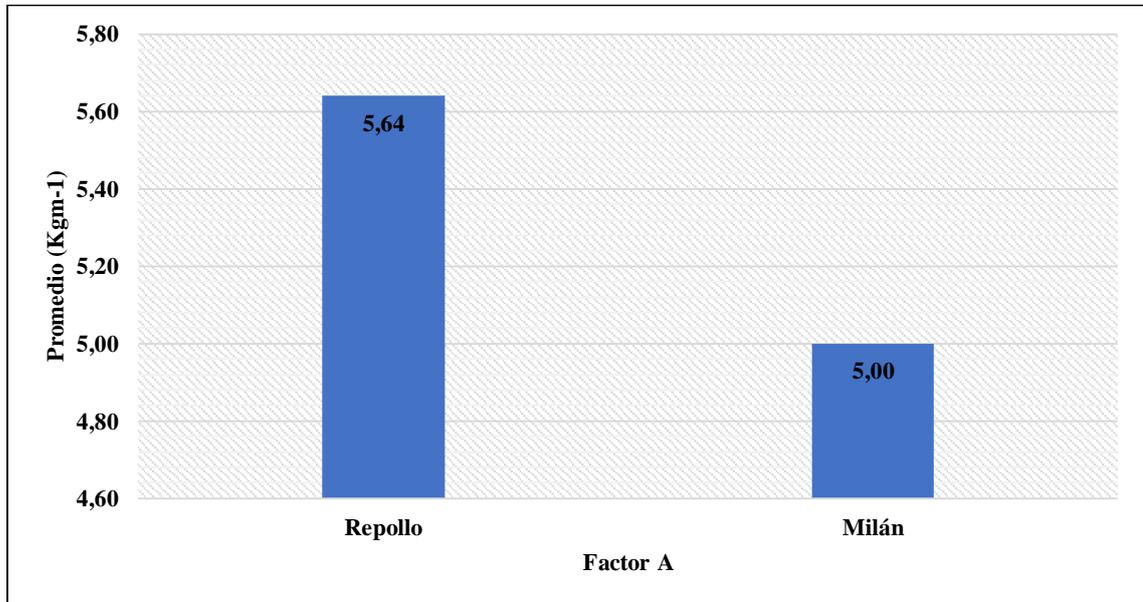
Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para Factor A en la variable Rendimiento (Kgm^{-2})

Factor A	Medias	Rangos
1	5,64	A
2	5,00	B

La tabla 24 indica para el Factor A (Variedades de col) dos rangos de significación estadística donde la variedad de repollo obtuvo un promedio de 5,64 Kgm^{-2} y la variedad Milán alcanzó un promedio de 5,00 Kgm^{-2} ocupando el segundo rango de significación.

Figura 14. Factor A en la variable Rendimiento (Kgm^{-2})



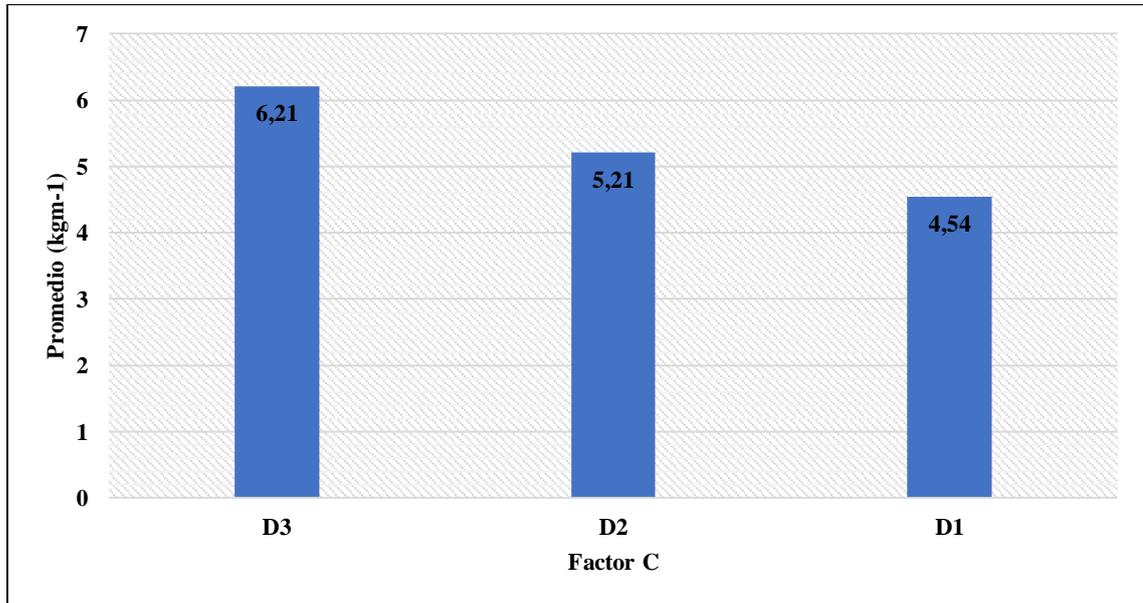
Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para Factor C en la variable Rendimiento (Kgm^{-2})

Factor C	Medias	Rangos
3	6,21	A
2	5,21	A
1	4,54	B

La tabla 25 nos indica los promedios alcanzado por el Factor C (Dosis) donde la dosis más alta D3 de las enmiendas alcanzó un promedio de 6,21 Kgm^{-2} llegando al primer rango de significación; la dosis media D2 llegó a un promedio de 5,21 Kgm^{-2} igual ubicado en el primer rango de significación; finalmente, la dosis baja D1 obtuvo un promedio de 4,54 Kgm^{-2} , ubicándose en el último rango de significación.

Figura 15. Factor C en la variable Rendimiento (Kgm⁻²)



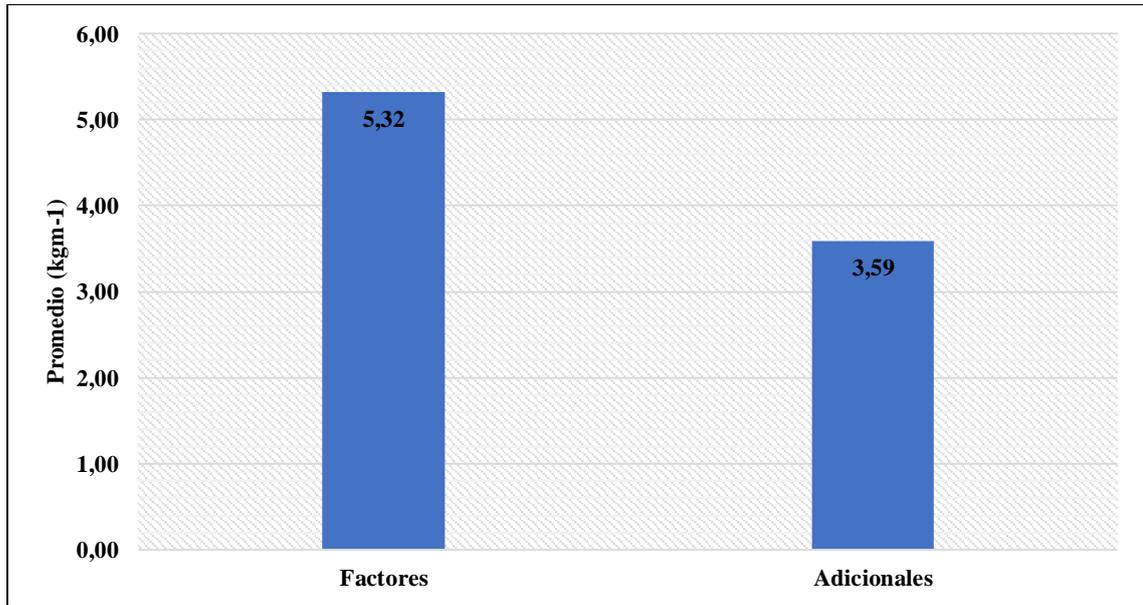
Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para Adicionales vs Factores en la variable Rendimiento (Kgm⁻²)

Tratamientos	Medias	Rangos
Factores	5,32	A
Adicionales	3,59	B

En la tabla 26 se observa la comparación entre los promedios obtenidos por los tratamientos Adicionales con los tratamientos factoriales, donde se indica dos rangos de significación, el primer rango fue para factores con un promedio de 5,32 Kgm⁻², mientras que el segundo rango fue para adicionales con un promedio de 3,59 Kgm⁻², observando la diferencia en rendimiento que se obtuvo.

Figura 16. Adicionales vs Factores en la variable Rendimiento (Kgm^{-2})



Elaborado por: Eguez, P. (2021)

11.6. Análisis de las enmiendas orgánicas

Tabla 27. Análisis de laboratorio de las enmiendas orgánicas

	N %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	pH	CE mS/cm	MO %
BIOCHAR	1,2	1,2	1,5	3,3	1,3	54	84	74	9,8	4,3	28,7
COMPOST	1,0	0,9	0,85	2,2	0,9	21	75	48	7,1	8,5	25,7

Fuente: TotalChem Laboratorios

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

La tabla 27 indica los valores obtenidos de los elementos presentes en cada una de las enmiendas orgánicas, se observa claramente que los valores del carbón vegetal o biochar superan a los obtenidos por el compost, para los macronutrientes como el nitrógeno hay una diferencia de 0,2%; el fósforo tiene diferencia de 0,3 ppm y el potasio existe una diferencia del 0,65%. De la misma manera en el porcentaje de materia orgánica es superior el biochar con un porcentaje de 28,7% mientras el compost tiene 25,7%.

Tortosa (2015) manifiesta que el contenido de nitrógeno es bajo, el contenido de carbono es alto, el pH es alcalino y el fósforo es alto y disponible, así como el resto de macro y micronutrientes, Gonzáles et al (2013) citado por Mendoza (2019), manifiesta que el biochar mejora la fertilidad del suelo y libera importantes cantidades de fósforo y otros nutrientes esenciales como el azufre, también manifiesta que disminuye la densidad aparente, mejora la estructura del suelo y la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, reduce la lixiviación de nutrientes y el efecto tóxico de contaminantes orgánicos e inorgánicos.

11.7. Análisis de suelo

Tabla 28. Análisis de laboratorio de suelo

	N Ppm	P ppm	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	MO %	pH	Clase Textural
INICIO	14	91	1,93	18,6	3,88	3,6	5,5	10,7	2,4	7,92	Franco
MEDIO	38	14	0,3	4,8	1,6	1,0	1,0	2,0	3,7	7,3	Franco Arenoso
FINAL	38,3	10	0,3	3,5	1,1	3,0	1,4	2,0	3,0	7,05	Franco Arenoso

Fuente: INIAP - TotalChem Laboratorios

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Se observa en la tabla 28 los análisis de suelo donde se implementó el ensayo, se realizaron tres análisis, un inicial antes de realizar el trasplante para revisar las condiciones que tenía el suelo antes de incorporar las enmiendas orgánicas, un intermedio luego de incorporar las enmiendas orgánicas y observar si hay mejora de los contenidos de macro, micronutrientes y porcentaje de materia orgánica y un análisis final para comparar como las plantas de col absorben nutrientes y con qué cantidad de los mismos queda el suelo luego de la cosecha.

Al realizar las comparaciones respectivas se observa que el porcentaje de nitrógeno es mayor en el análisis intermedio y final en comparación del análisis inicial, el resto de macro y microelementos se redujeron luego de aplicar las enmiendas, lo que indica que las mismas ayudan a solubilizar esos nutrientes para mejorar la asimilación de los nutrientes por las plantas. El pH del suelo inicial era ligeramente alcalino, luego de la aplicación de las enmiendas orgánicas se observa una reducción llegando a un pH neutral en el análisis intermedio y en el análisis final tiene un pH neutro, lo que facilita la asimilación de nutrientes.

El contenido de materia orgánica aumento considerablemente luego de la incorporación de las enmiendas, pasando de 2,4% al inicio a un 3,7% y finalmente terminando con un 3,0% de materia orgánica, esto indica que las enmiendas orgánicas luego de su incorporación se siguen manteniendo en el suelo para mejorar las condiciones del mismo.

11.8. Análisis bromatológico

Tabla 29. Análisis bromatológico de la col

	Proteína bruta (%)	Fibra (%)	Grasa (Extracto etéreo %)	Ceniza (%)
Col Milan	2,78	3,05	0,57	1,60
Testigo Milan	3,36	3,42	0,65	1,55
Col Repollo	1,58	5,78	0,59	2,58
Testigo Repollo	1,16	3,23	0,51	2,02

Fuente: TotalChem Laboratorios

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

En la tabla 29 se observa los resultados del análisis bromatológico realizado a las dos variedades de col utilizadas en la investigación. Los resultados hacen referencia a la toma de muestras en el último período de toma de datos, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

El testigo de col Milán tiene un porcentaje de proteína de 3,36% sobre el resto de especies, para fibra, la col repollo tiene un porcentaje de 5,78; en el contenido de grasa se observa que el Testigo Milán tiene el mayor porcentaje con 0,65%; y, finalmente en el porcentaje de ceniza la col repollo presenta un porcentaje de 2,58%.

Según Cartea et al. (2011) citado por Molina (2019) donde los valores de la col están manifestados en gramos por cada 100 gramos de porción comestible, indica que el contenido de proteína es de 1,28 %; grasa tiene 0,1 %; ceniza 0,64 % y fibra 3,3 %.

Al comparar los valores que cita Molina (2019) con los obtenidos en Laboratorio se evidencia mayores porcentajes de proteína, fibra, grasa y ceniza en las variedades cultivadas con las dos enmiendas orgánicas en comparación con los citados en la bibliografía.

11.9. Análisis de los costos por tratamiento

Para determinar los costos de cada tratamiento se procedió a calcular el valor de cada una de las enmiendas por kilogramo; posteriormente se procede a realizar el cálculo para cada una de las dosis utilizadas en la investigación.

Tabla 30. Valor Kg de cada enmienda orgánica

	Valor 50 Kg (\$)	Contenido (Kg)	Valor Kg (\$)
Compost	5	50	0,1
Biochar	6	50	0,12

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

En la tabla 30 se puede observar que un kilogramo de compost tiene un valor de \$ 0,1; mientras que un kilogramo de biochar tienen un valor de \$ 0,12

Con los datos del precio por kilogramo de cada se procedió a calcular el costo de cada tratamiento, se presenta en la tabla 31.

Tabla 31. Costo para cada tratamiento

TRATAMIENTOS	CANTIDAD POR TRATAMIENTO	DOSIS (Kgm ⁻²)	COSTO Kg	COSTO TRATAMIENTO
T1	Col repollo + compost 3,75 Kg	3,75	0,10	0,38
T2	Col repollo + compost 7,5 Kg	7,50	0,10	0,75
T3	Col repollo + compost 11,25 Kg	11,25	0,10	1,13
T4	Col repollo + biochar 1,32 Kg	1,32	0,12	0,16
T5	Col repollo + biochar 2,64 Kg	2,64	0,12	0,32
T6	Col repollo + biochar 3,96 Kg	3,96	0,12	0,48
T7	Col Milán + compost 3,75 Kg	3,75	0,10	0,38
T8	Col Milán + compost 7,5 Kg	7,50	0,10	0,75
T9	Col Milán + compost 11,25 Kg	11,25	0,10	1,13
T10	Col Milán + biochar 1,32 Kg	1,32	0,12	0,16
T11	Col Milán + biochar 2,64 Kg	2,64	0,12	0,32
T12	Col Milán + biochar 3,96 Kg	3,96	0,12	0,48
T0R	Testigo absolute	0,00	0,00	0,00
T0M	Testigo absolute	0,00	0,00	0,00

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Tabla 32. Beneficio – costo para cada Tratamiento

TRATAMIENTO	COSTO TRATAMIENTO	RENDIMIENTO	PRECIO kg	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	BENEFICIO/ COSTO
T1	0,38	4,92	0,16	0,79	0,41	1,10
T2	0,75	5,83	0,16	0,93	0,18	0,24
T3	1,13	7,07	0,16	1,13	0,01	0,01
T4	0,16	4,63	0,16	0,74	0,58	3,68
T5	0,32	5,55	0,16	0,89	0,57	1,80
T6	0,48	5,83	0,16	0,93	0,46	0,96
T7	0,38	4,74	0,16	0,76	0,38	1,02
T8	0,75	4,93	0,16	0,79	0,04	0,05
T9	1,13	6,19	0,16	0,99	-0,13	-0,12
T10	0,16	3,86	0,16	0,62	0,46	2,90
T11	0,32	4,53	0,16	0,72	0,41	1,29
T12	0,48	5,73	0,16	0,92	0,44	0,93
T0	0,00	3,60	0,16	0,58	0,58	0,58
T0	0,00	3,58	0,16	0,57	0,57	0,57

Elaborado por: Eguez, P. (2021)

Finalmente, la tabla 32 indica el beneficio – costo de cada tratamiento, siendo el T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) quien reporta un valor de \$3,68 de ganancia, a pesar de que el rendimiento no es el deseado, en comparación con el tratamiento que presentó el mayor rendimiento el cual no reporta un buen índice de ganancia. Se puede observar en la figura 17.

Figura 17. Beneficio – costo por Tratamiento



Elaborado por: Eguez, P. (2021)

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

12.1. Impacto Técnico

Con los resultados obtenidos del proyecto, en la cual aporta una alternativa en la agricultura, incrementando la productividad agrícola en la Parroquia Mulliquindil Santa Ana.

12.2. Impacto Social

El proyecto presenta un impacto social positivo en la agricultura, aumenta rendimiento y en el cual se convierte en un medio de sustento familiar evitando así el abandono de los campos.

12.3. Impacto Ambiental

Este proyecto genera impactos ambientales positivos pues, disminuye la infertilidad, la lixiviación y la erosión de los suelos por la falta de aprovechamiento nutricional adecuado del mismos.

12.4. Impacto Económico

La presente investigación genera un impacto económico positivo pues crea mejores ingresos para los agricultores de la parroquia garantizando una mejor producción.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- El tratamiento que mejor efecto en altura de planta fue T9 (Col Milán + compost 11,25 Kg) llegando a promedios en altura de planta de 10,39 cm a los 15 días y 19,72 cm a los 30 días después del trasplante; de la misma manera para largo de hoja llegando a promedios de 8,63 cm a los 15 días y 16,54 a los 30 días después del trasplante y para ancho de hoja con 4,40 cm y 13,51 cm. Para rendimiento el tratamiento con promedio más alto fue T3 (Col repollo + compost 11,25 Kg) con 7,07 Kgm⁻².
- Las enmiendas orgánicas ayudaron a aumentar el contenido de macro y micronutrientes al suelo, el porcentaje de materia orgánica y estabilizaron el pH en valores de neutro, esto influyó en el porcentaje de proteínas con un 3,36%, fibra 5,78%, grasa 0,65% y ceniza con 2,58% de las muestras de col de las dos variedades enviadas al laboratorio
- La dosis alta de la enmienda orgánica con compost obtuvo los mejores promedios de 37,67 cm y 42,53 cm en altura de planta, mientras que para largo de hoja llegó a un promedio de 27,38 cm y en ancho de hoja alcanzó 21,29 cm; datos luego de 75 días después del trasplante.
- El tratamiento T4 (Col repollo + biochar 1,32 Kg) fue quien obtuvo el mejor beneficio costo entre los tratamientos establecidos con un valor de \$3,68 por cada kilogramo cosechado.

13.2. Recomendaciones

- La incorporación de las enmiendas orgánicas es una alternativa factible para los productores de nuestro sector porque ayudan a mejorar la estructura del suelo, el

intercambio catiónico y la solubilización de macro y micronutrientes, por lo que se recomienda el uso de esta tecnología.

- Se recomienda realizar investigaciones relacionadas a la temática con el uso de diferentes dosis a las evaluadas en la presente investigación y comparar los resultados que se obtengan.
- Es recomendable realizar análisis de suelo para tener en cuenta la cantidad de enmiendas orgánicas que se debe incorporar al suelo.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Arquero, B., Berzosa, A., García, N., & Monje, A. (2009). *https://docplayer.es/*. Obtenido de <https://docplayer.es/13636772-Investigacion-experimental.html>
- Asensi, M., Cotarelo, R., Echenique, M., Fernández, J., Oñate, P., Romero, J., & Tamayo, J. (2014). *http://eprints.uanl.mx/*. Obtenido de http://eprints.uanl.mx/13416/1/2014_LIBRO%20Metodos%20y%20tecnicas_Aplicacion%20del%20metodo%20pag499_515.pdf
- Azim, K., Soudi, B., Boukhari, S., Perissol, C., Roussos, S., & Thami, I. (2018). Composting parameters and compost quality: a literature review. *Organic Agriculture*, 141 - 158.
- Barrataldea, A. (2005). *https://www.abarrataldea.org*. Obtenido de <https://www.abarrataldea.org/manualpdf.pdf>
- Barrena, R. (2006). *https://www.tdx.cat*. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf>
- Caicedo, D. (2015). *http://dspace.utb.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1076/T-UTB-FACIAG-AGROP-000049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calvache, M. (2014). *https://www.researchgate.net*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/303298014_EL_SUELO_Y_LA_PRODUC_TIVIDAD_AGRICOLA_EN_LA_SIERRA_DEL_ECUADOR
- Ecured. (s. f.). *https://www.ecured.cu*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Col>
- Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 367 - 382.
- FAO. (2013). *http://www.fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i3360s/i3360s.pdf>

- Fornaris, G. (2016). <https://www.upr.edu>. Obtenido de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2.-REPOLLO-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-v.-2014.pdf>
- García, G. (2019). <http://dspace.utb.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6012/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Haro, R. (2020). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22854/3/T-UCE-0004-CAG-012-P.pdf>
- Hunt, J., DuPonte, M., Sato, D., & Kawabata, A. (2010). The Basics of Biochar: A Natural Soil Amendmen. *Soil and Crop Management*, 1 - 6.
- INEC. (2017). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2017/RESULTADOS_MOD_AMBIENTAL_ENEMDU_2017.pdf
- La Hora. (2015). <https://lahora.com.ec>. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1101894042/el-cultivo-de-la-col-con-atencin-en-la-humedad-que-necesita#:~:text=Este%20cultivo%20requiere%20de%20una,sobre%20el%20nivel%20del%20mar.>
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). <https://www.taylorfrancis.com>. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.4324/9780203762264/biochar-environmental-management-johannes-lehmann-stephen-joseph?refId=2dd31fdf-ae26-4a2f-89bb-19924947b25d>
- Lehmann, J., Gaunt, J., & Rondon, M. (2006). Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystems – A Review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* , 403 - 427.
- Martínez, C. (2015). <http://repositorio.cucba.udg.mx>. Obtenido de http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5921/Martinez_Chavez_Carla_Cristina.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Masabni, J. (2013). <https://aggie-horticulture.tamu.edu>. Obtenido de <https://aggie-horticulture.tamu.edu/vegetable/files/2013/09/EHT-051S-collard-greens.pdf>
- Meléndez, G., & Soto, G. (2003). <http://www.cia.ucr.ac.cr>. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>

- Mendoza, A. (2019). <https://repositorio.lamolina.edu.pe>. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4140>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2009). <http://www.resol.com.br>. Obtenido de http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_compostaje.pdf
- Molina, G. (2019). <https://upcommons.upc.edu>. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/131141/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montiel, K., & Ibrahim, M. (2016). <http://repiica.iica.int>. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B3982E/B3982E.PDF>
- Muñoz, J., Muñoz, J. A., & Montes, C. (2015). Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayán, Cauca. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 73 - 82.
- Pascual, R., & Venegas, S. (s.f.). <https://www.ugr.es>. Obtenido de <https://www.ugr.es/~cjl/MO%20en%20suelos.pdf>
- Penagos, J., Adarraga, J., Aguas, D., & Molina, E. (2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. *INGENIARE*, 37 - 44.
- Puerta, S. (2004). Los desechos orgánicos municipales como acondicionadores de suelos. *Lasallista*, 56 - 65.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Storino, F. (2017). <http://www.compostaenred.org>. Obtenido de <http://www.compostaenred.org/documentacion/TESIS%20Francesco%20Storino.pdf>
- Suquilanda, M. (1995). *Fertilización orgánica*. Quito: Ediciones UPS.
- Suquilanda, M. (2006). *Agricultura Orgánica: Alternativa Tecnológica del Futuro*. Quito - Ecuador: Ediciones Abya - Yala.
- Tituaña, B. (2009). <https://www.soiltechcorp.com>. Obtenido de https://www.soiltechcorp.com/images/uploads/product_PDFs/Composting_Flower_Waste_2%28Spanish%29.pdf
- Toledo, M. (2016). <https://repositorio.iica.int/>. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf;jsessionid=64F13CB3EA0DD4ED2C75F148052AFA20?sequence=1>
- Tortosa, G. (2015). <http://www.compostandociencia.com>. Obtenido de <http://www.compostandociencia.com/2015/01/que-es-el-biochar/>

- Uscumayta, I. (2018). <http://repositorio.uncp.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4879/Uscumayta%20Palacios%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vallejo, S. (2017). <https://repositorio.uisek.edu.ec>. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2640/2/TESIS%20VALLEJO%20FINAL.pdf>
- Yañez, M., Cantú, I., & González, H. (2018). Effect of land use change on chemical properties of a vertisol. *Terra Latinoamericana*, 369 - 379.
- Zheng, W., Sharma, B., & Rajagopalan, N. (2010). <https://www.researchgate.net>. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228959363_Using_Biochar_as_a_Soil_Amendment_for_Sustainable_Agriculture

15. ANEXOS

Anexo 1. Aval de inglés



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS (COMPOST Y BIOCHAR) EN DOS VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea*) COL REPOLLO Y COL MILÁN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021**”, presentado por: **Eguez Bautista Paul Vinicio**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, agosto del 2021

Atentamente.



Firmado electrónicamente por:
MARCO PAUL
BELTRAN
SEMBLANTES



CENTRO
DE IDIOMAS

MG. DIANA KARINA TAIPE VERGARA

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 1720080934

Anexo 2. Hoja de vida de los Investigadores
Hoja vida Estudiante.

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: Eguez Bautista Paul Vinicio

Fecha de nacimiento: 31/05/1996

Cédula de ciudadanía: 050361913-2

Estado civil: Soltero

Número telefónico: 0999942066

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: pau.eguez2@utc.edu.ec / eguezpaul0@gmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

ESCUELA: “Unidad Educativa Emilo Terán”

COLEGIO: ITA: Unidad Educativa Salcedo”

TERCER NIVEL: Universidad Técnica de Cotopaxi: Ingeniería Agronómica.

Hoja de vida del Tutor.**1.- DATOS PERSONALES****NOMBRES Y APELLIDOS:** Wilman Paolo Chasi Vizquete**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 050240972-5**FECHA DE NACIMIENTO:** 05 de Agosto de 1979**DOMICILIO:** Parroquia Guaytacama (Barrio Centro, Calle Sucre)**NUMEROS TELÉFONICOS:** Convencional 032690063 Celular: 0984203033**E-MAIL:** paolochv@yahoo.com.mx / wilman.chasi@utc.edu.ec**LUGAR DE TRABAJO:** Universidad Técnica de Cotopaxi (Campus Salache)**DIRECCION DE TRABAJO:** Cantón Latacunga, Parroquia Eloy Alfaro, Sector Salache**TELEFONO DEL TRABAJO:** 032266164**E-MAIL DEL TRABAJO:** caren@utc.edu.ec**2.- ESTUDIOS REALIZADOS****INSTRUCCIÓN PRIMARIA:** Escuela "Simón Bolívar"**INSTRUCCIÓN SECUNDARIA:** Instituto Tecnológico "Vicente León".
Latacunga / Cotopaxi.**TITULO:** **Bachiller en Ciencias Físico Matemáticas****INSTRUCCIÓN SUPERIOR:** Universidad Técnica Cotopaxi.
Latacunga / Cotopaxi.**TITULO TERCER NIVEL:** **Ingeniero Agrónomo****INSTRUCCIÓN SUPERIOR:** Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE.
Sangolqui / Pichincha**TITULO CUARTO NIVEL:** **Magister en Agricultura Sostenible**

Hoja de vida del lector 1.**INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Emerson Javier Jácome Mogro

Fecha de nacimiento: 11/06/1974

Cédula de ciudadanía: 050197470-3

Estado civil: Casado

Número telefónico: 0987061020

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: emerson.jacome@utc.edu.ec

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

TERCER NIVEL: U. Central del Ecuador: Ingeniero Agrónomo: Agricultura:Ecuador.

4TO NIVEL: Maestría: U. Técnica de Cotopaxi: Magister en Gstión de la Producción.

Diplomado en educación intercultural y desarrollo sustentable.

HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Academica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Agricultura-Investigacion

Hoja de vida del lector 2.

INFORMACION PERSONAL

Nombres: Edwin Marcelo Chancusig Espín

Fecha de nacimiento: 10/02/1962

Cédula de ciudadanía: 0501148837

Estado civil: casado

Número telefónico: 0997391825

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: edwin.chancusig@utc.edu.ec



FORMACIÓN ACADÉMICA

- Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Magister en Desarrollo Humano y Sostenible

UNIVERSIDAD BOLIVARIANA

- Magister en Gestión En Desarrollo Rural Y Agricultura Sustentable

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA-TINGO MARIA- PERÚ

HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Docente de las Asignaturas de: Agroecología y Agricultura Orgánica y MIC, Seminario de Agroforestería.

Hoja de vida del lector 3

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: Jorge Fabián Troya Sarzosa

Fecha de nacimiento: 30-05-1968

Cédula de ciudadanía: 050164556-8

Estado civil: casado

Número telefónico: 0995628693

Tipo de discapacidad: ninguna

De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: jorge.troya@utc.edu.ec / fabiantroya1968@hotmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

- Ingeniero Agrónomo
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
- Magister en la Gestión de la Producción
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

HISTORIAL PROFESIONAL

Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Director del Proyecto Suelos de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Profesor Titular Agregado

Anexo 3. Análisis de laboratorio de las enmiendas orgánicas



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Velasco Chicalza

Emelin Wilfrido

Dirección: Salcedo

Teléfono:

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Salcedo

ID. Lab :13,2

2021

INFORMACION DE LA MUESTRA DECLARADA POR EL CLIENTE

Tipo de Muestra: ab. Organico Fecha de encayo: del 19 al 25 de abril

Fecha de toma de muestra: 19/04/2021 Dirección de la muestra:

Dirección:

Provincia:

Cantón:

Observaciones: Muestra recibida en funda plastica y tomada por el cliente

RESULTADOS

Id.Cliente	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
BIOCHAR	K ₂ O	1,5	%	Atómica
	CaO	3,3	%	Atómica
	MgO	1,3	%	Atómica
	Cu	54	ppm	Atómica
	Mn	84	ppm	Atómica
	Zn	74	ppm	Atómica
	pH	9,8	N/A	otenciométrico
	C.E	4,3	mS/cm	conductimétrico
	M.O.	28,7	%	Gravimétrico
	NT	1,2	%	kjeldahl
	P ₂ O ₅	1,2	ppm	Colorimétrico

Ing. Carlos Mayorga
TOTALCHEM





DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Velasco Chicaiza
Emelin Wilfrido

Dirección: Salcedo Teléfono:

Provincia: Cotopaxi Canton: Salcedo ID. Lab : 13,1 2021

INFORMACION DE LA MUESTRA DECLARADA POR EL CLIENTE

Tipo de Muestra: ab. Organico Fecha de ensayo: del 19 al 26 de abril

Fecha de toma de muestra: 19/04/2021 Dirección de la muestra:

Dirección: Provincia: Canton:

Observaciones: Muestra recibida en funda plastica y toamda por el cliente

RESULTADOS

Id.Cliente	Parámetros	Resultado	Unidad	Técnica analítica
COMPOST	K ₂ O	0,85	%	A.atómica
	CaO	2,20	%	A.atómica
	MgO	0,90	%	A.atómica
	Cu	21,00	ppm	A.atómica
	Mn	75,00	ppm	A.atómica
	Zn	48,00	ppm	A.atómica
	pH	7,1	NA	Potenciomtrico
	C.E	8,5	mS/cm	onductimetrico
	M.O.	25,7	%	Gravimetrico
	NT	1,0	%	kjeldahl
	P ₂ O ₅	0,9	ppm	Colorimetrico

Anexo 4. Análisis de suelo Inicial

MC-LASPA-2201-01



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1, S/N Cutungagua.
Tfns. (02) 3807284 / (02) 2504240
Mail: laboratorio_dsa@inisp.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 21-0116

NOMBRE DEL CLIENTE: Eguetz Bautista Paul Vinicio
PETICIONARIO: Eguetz Bautista Paul Vinicio
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Eguetz Bautista Paul Vinicio
DIRECCIÓN: parroquia Mulliquindi Salcedo

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 12/02/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 8:00
FECHA DE ANÁLISIS: 17/02/2021
FECHA DE EMISIÓN: 23/02/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: SUELO 4

Análisis	Unidad	PH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	CaMg	Mg/K	Ca+Mg/K	I	Bases	MO	CO.*	Textura (%)		IDENTIFICACIÓN												
																					%	%		Asena	Limo	Arcilla	Textural								
21-0435	7.92	L AI	14	B	91	A	14	M	0.85	B	1.93	A	3.88	A	3.88	A	3.88	A	3.88	A	21	M	30.7	M	4.78	2.02	11.66	24.38	2.4	A	51	41	8	FRANCO	Muestra 1

Análisis	Unidad	Al+H	Al*	Nb*	C.E.*	N. Total	N-NOS*	K H2O*	P H2O*
	meq/100g				dS/m	%	ppm	ppm	ppm

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA	
pH =	Suelo Agua (1:2.5) P HCl, Mg = Olsen Modificado
Ca =	Fotómetro de Calcio
N =	CuFe Mn Zn = Olsen Modificado
B =	Curcuma

INTERPRETACION	
pH	Elemento
Al = Acido	N = Neutro
Li = Liger. Acido	LAI = Lige-Alcalino
PH = Frec. Neutro	AI = Alcalino
BC = (Borax) Cal	T = Total (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Peso Secado
M.O. =	Dicromato de Potasio
AHI =	Trihidrato NaOH

INTERPRETACION		
AHI/LAI/Nb	C.E.	M.O y CI
B = Bajo	NS = No Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	M = Medio
T = Total	MS = Muy Salino	A = Alto



Análisis de suelo intermedio



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Eguez Bautista Paul Vinicio

Dirección: Salcedo Teléfono:

Provincia: Cotopaxi Cantón: Salcedo ID. Lab 20 2021

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo Fecha de del 20 de junio al 01 de julio

Fecha de toma de muestra: 20/6/2021 ensayo: Dirección de la muestra: s/n

Fecha de recepción en: 1/7/2021

Observaciones: Muestra tomada por el cliente

RESULTADOS

Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
	K	Ac.Am	0,3	meq/100g	medio	A.atómica
	Ca	Ac.Am	4,8	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,6	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	1,0	ppm	FALSO	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,30		Practicamente NEUTRO	Conductimétrico
	M.O.	W-B	3,7	%	alto	Gravimétrico
	NT asimilable	kjeldahl	38,0	ppm	medio	Volumétrica
	P	Olsen mod.	14,0	ppm	medio	Colorimétrico
	Textura	clase textural al tacto	franco arenoso			Al tacto
	CE	H2O 1:2,5	0,29	mmhos/cm	No Salino	Conductimétrico
	CIC	Ac.Am		meq/100g		volumétrico
	Ca/Mg	calculo	3,0	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	5,3	meq/100g	Optimo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	21,3	meq/100g	Optimo	N/A
	Sat. De bases	Cálculo				
	Acidez Int.	KCl				Volumétrica

Análisis de suelo final



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Paul Vinicio Egeuz Bautista

Dirección: Salcedo

Teléfono: 999942066

Provincia: Cotopaxi Cantón: Salcedo 28,12021

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: Suelo Fecha de del 16 de julio al 9 de agosto

Fecha de toma de muestra: 16/7/2021 ensayo: Dirección de la muestra:

Fecha de recepción en el lab. 16/7/2021

Observaciones: Muestra tomada por el cliente

RESULTADOS

kl Cliente	Parámetros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
	K	Ac.Am	0,3	meq/100g	medio	A.atómica
	Ca	Ac.Am	3,5	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,1	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	1,4	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	3,0	ppm	FALSO	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,05		Practicamente NEUTRO	Conductimétrico
	M.O.	W-B	3,0	%	medio	Volumétrico
	NT asimilable	kjeldahl	38,3	ppm	medio	Volumétrica
	P	Olsen mod.	10	ppm	FALSO	Colorimétrico
	Textura	clase textural al tacto	franco arenoso			
	B	Fos-Ca		ppm		Colorimétrico
	Cl	H2O 1:1		ppm		
	S	Fos-Ca		ppm		Turbidimétrico
	N-NH4	Olsen/azul Indofenol		ppm		Colorimétrico
	CE	H2O 1:2,5	0,19	mmhos/cm	No Salino	Conductimétrico
	CIC	Ac.Am		meq/100g		volumétrico
	Ca/Mg	calculo	3,2	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	3,7	meq/100g	Optimo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	15,3	meq/100g	Optimo	N/A
	Sat. De bases	Cálculo				
	Acidez Int.	KCl				Volumétrica

Anexo 5. Análisis bromatológico de las dos variedades de col



DATOS DEL CLIENTE Lab			
--	--	--	--

Cliente:	Paul Vinicio Eguez Bautista		
Dirección:	Salcedo		
Provincia:	Cotopaxi	Canton:	Salcedo

INFORMACION DE LA MUESTRA			
---------------------------	--	--	--

Tipo de Muestra:	col	Fecha de ensayo:	del 28 de julio al 09 de agosto
Fecha de toma de muestra:	28/7/2021	Dirección de la muestra:	
Fecha de recepción en:	28/7/2021		
Observaciones:	Muestra tomada por el cliente		

RESULTADOS					
------------	--	--	--	--	--

Metodo		microKjeldahl	AOAC 962.09 mod	AOAC 920.39 C mod.	Gravimétrico
Parámetros		Proteína bruta %	Fibra %	Grasa (extracto etéreo) %	Ceniza %
Cod. Cliente :	ID Lab:				
col testigo -milon	28,2	3,38	3,42	0,65	1,55
col milan	28,3	2,78	3,05	0,57	1,60
col R	28,4	1,58	5,78	0,59	2,58
col testigo	28,5	1,16	3,23	0,51	2,02

RESULTADOS ESTAN EXPRESADOS EN MUESTRA TAL CUAL



Anexo 6. Tablas de datos

Altura de planta

AP-14/5/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	8,88	9,70	9,95	28,53	9,51
T2	9,13	10,93	8,75	28,80	9,60
T3	9,80	8,80	11,58	30,18	10,06
T4	6,38	6,58	6,30	19,25	6,42
T5	5,93	10,25	6,38	22,55	7,52
T6	7,03	9,75	7,98	24,75	8,25
T7	9,63	9,83	8,63	28,08	9,36
T8	9,75	8,15	10,63	28,53	9,51
T9	9,95	9,88	11,35	31,18	10,39
T10	7,25	5,73	7,83	20,80	6,93
T11	6,25	7,75	7,98	21,98	7,33
T12	7,18	7,30	7,13	21,60	7,20
TR	5,60	8,13	8,50	22,23	7,41
TM	9,13	8,03	6,38	23,53	7,84
Σ	111,85	120,78	119,33	351,95	117,32
X	7,99	8,63	8,52	25,14	8,38

AP-29/5/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	19,33	17,75	15,48	52,55	17,52
T2	17,68	20,78	12,85	51,30	17,10
T3	16,45	19,35	20,73	56,53	18,84
T4	13,05	12,90	11,88	37,83	12,61
T5	11,88	20,95	16,53	49,35	16,45
T6	14,00	15,13	16,25	45,38	15,13
T7	18,08	18,33	16,28	52,68	17,56
T8	17,73	17,03	17,40	52,15	17,38
T9	20,28	18,83	20,05	59,15	19,72
T10	12,38	14,10	14,45	40,93	13,64
T11	12,38	14,50	12,00	38,88	12,96
T12	15,28	13,63	15,93	44,83	14,94
TR	13,15	16,45	16,75	46,35	15,45
TM	16,23	18,40	9,13	43,75	14,58
Σ	217,85	238,10	215,68	671,63	223,88
X	15,56	17,01	15,41	47,97	15,99

AP-14/6/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	33,50	32,88	27,25	93,63	31,21
T2	32,75	36,93	20,88	90,55	30,18
T3	29,25	38,50	35,75	103,50	34,50
T4	20,38	28,00	19,75	68,13	22,71
T5	20,50	36,25	32,08	88,83	29,61
T6	27,25	35,00	31,50	93,75	31,25
T7	27,75	26,00	31,25	85,00	28,33
T8	30,70	28,75	28,20	87,65	29,22
T9	35,58	40,13	33,00	108,70	36,23
T10	24,88	25,25	25,33	75,45	25,15
T11	24,75	25,38	23,25	73,38	24,46
T12	29,50	20,08	28,00	77,58	25,86
TR	22,50	31,73	34,50	88,73	29,58
TM	31,00	31,50	16,75	79,25	26,42
Σ	390,28	436,35	387,48	1214,10	404,70
x	27,88	31,17	27,68	86,72	28,91

AP-29/6/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	41,13	35,75	29,25	106,13	35,38
T2	38,75	46,65	28,00	113,40	37,80
T3	35,25	47,75	44,50	127,50	42,50
T4	25,25	33,25	24,25	82,75	27,58
T5	24,75	40,88	37,00	102,63	34,21
T6	31,05	42,80	35,78	109,63	36,54
T7	32,38	32,25	36,63	101,25	33,75
T8	35,25	32,75	32,13	100,13	33,38
T9	40,00	46,75	38,25	125,00	41,67
T10	29,50	29,53	27,45	86,48	28,83
T11	29,25	29,58	30,25	89,08	29,69
T12	33,50	23,25	33,13	89,88	29,96
TR	26,00	38,13	39,00	103,13	34,38
TM	36,50	39,65	20,00	96,15	32,05
Σ	458,55	518,95	455,60	1433,10	477,70
x	32,75	37,07	32,54	102,36	34,12

AP-14/7/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	46,00	40,25	34,63	120,88	40,29
T2	41,25	52,00	33,25	126,50	42,17
T3	43,75	52,13	49,00	144,88	48,29
T4	29,50	38,38	31,08	98,95	32,98
T5	28,63	44,50	41,68	114,80	38,27
T6	35,00	47,63	39,25	121,88	40,63
T7	38,00	36,78	41,25	116,03	38,68
T8	42,00	36,75	37,63	116,38	38,79
T9	46,00	50,50	42,13	138,63	46,21
T10	34,70	34,23	32,50	101,43	33,81
T11	34,63	38,30	34,38	107,30	35,77
T12	38,75	29,00	37,25	105,00	35,00
TR	34,25	42,75	43,25	120,25	40,08
TM	40,50	45,15	25,73	111,38	37,13
Σ	532,95	588,33	522,98	1644,25	548,08
x	38,07	42,02	37,36	117,45	39,15

Largo de hoja

LH-14/5/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	6,20	8,70	7,13	22,03	7,34
T2	7,45	7,60	7,35	22,40	7,47
T3	8,33	7,20	9,63	25,15	8,38
T4	5,13	5,38	4,50	15,00	5,00
T5	5,18	9,00	4,95	19,13	6,38
T6	5,83	8,95	6,68	21,45	7,15
T7	8,58	8,05	7,38	24,00	8,00
T8	7,98	6,90	8,60	23,48	7,83
T9	8,55	7,98	9,35	25,88	8,63
T10	5,78	4,58	6,00	16,35	5,45
T11	4,70	6,50	6,90	18,10	6,03
T12	5,75	5,73	5,23	16,70	5,57
TR	4,28	6,55	7,38	18,20	6,07
TM	7,63	6,50	4,80	18,93	6,31
Σ	91,33	99,60	95,85	286,78	95,59
x	6,52	7,11	6,85	20,48	6,83

LH-29/5/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	16,65	15,03	12,70	44,38	14,79
T2	16,83	17,83	10,68	45,33	15,11
T3	14,10	16,73	18,00	48,83	16,28
T4	9,88	10,13	9,95	29,95	9,98
T5	9,63	18,50	14,08	42,20	14,07
T6	11,38	12,75	14,38	38,50	12,83
T7	16,00	16,03	13,88	45,90	15,30
T8	14,88	13,88	14,75	43,50	14,50
T9	17,38	15,70	16,55	49,63	16,54
T10	10,00	11,25	11,68	32,93	10,98
T11	10,33	12,93	10,13	33,38	11,13
T12	13,25	11,38	13,43	38,05	12,68
TR	10,50	13,90	14,38	38,78	12,93
TM	13,40	15,30	7,63	36,33	12,11
Σ	184,18	201,30	182,18	567,65	189,22
x	13,16	14,38	13,01	40,55	13,52

LH-14/6/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	29,50	28,00	23,25	80,75	26,92
T2	30,00	31,88	21,08	82,95	27,65
T3	25,50	32,50	32,33	90,33	30,11
T4	16,88	22,88	16,88	56,63	18,88
T5	18,00	30,25	27,00	75,25	25,08
T6	22,75	30,25	27,88	80,88	26,96
T7	23,63	23,00	28,50	75,13	25,04
T8	25,75	23,75	23,75	73,25	24,42
T9	31,00	32,25	27,75	91,00	30,33
T10	21,00	21,13	21,00	63,13	21,04
T11	20,25	20,50	20,25	61,00	20,33
T12	25,00	17,38	24,00	66,38	22,13
TR	18,75	24,83	30,38	73,95	24,65
TM	26,55	27,50	14,50	68,55	22,85
Σ	334,55	366,08	338,53	1039,15	346,38
x	23,90	26,15	24,18	74,23	24,74

Ancho de hoja

AH-14/5/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	4,05	3,80	4,00	11,85	3,95
T2	3,80	4,93	3,88	12,60	4,20
T3	3,60	3,50	5,15	12,25	4,08
T4	2,58	2,53	2,20	7,30	2,43
T5	2,38	4,70	2,00	9,08	3,03
T6	2,73	3,58	3,15	9,45	3,15
T7	4,38	4,40	3,93	12,70	4,23
T8	4,15	4,18	4,80	13,13	4,38
T9	4,50	4,03	4,68	13,20	4,40
T10	2,83	2,35	3,05	8,23	2,74
T11	2,70	3,28	3,38	9,35	3,12
T12	3,03	2,78	2,78	8,58	2,86
TR	2,60	3,35	3,20	9,15	3,05
TM	3,50	3,90	2,75	10,15	3,38
Σ	46,80	51,28	48,93	147,00	49,00
x	3,34	3,66	3,49	10,50	3,50

AH-29/5/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	12,60	10,88	9,08	32,55	10,85
T2	9,18	12,15	6,93	28,25	9,42
T3	9,63	12,93	12,38	34,93	11,64
T4	5,50	5,63	5,48	16,60	5,53
T5	6,13	15,93	9,25	31,30	10,43
T6	7,45	8,35	9,58	25,38	8,46
T7	11,30	13,83	11,28	36,40	12,13
T8	12,33	11,80	13,13	37,25	12,42
T9	14,00	11,85	14,68	40,53	13,51
T10	6,75	6,90	8,63	22,28	7,43
T11	5,95	8,95	6,75	21,65	7,22
T12	9,88	8,13	9,50	27,50	9,17
TR	7,33	9,73	9,73	26,78	8,93
TM	10,88	12,80	4,98	28,65	9,55
Σ	128,88	149,83	131,33	410,03	136,68
x	9,21	10,70	9,38	29,29	9,76

AH-14/6/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	21,75	19,85	15,50	57,10	19,03
T2	21,00	25,58	17,05	63,63	21,21
T3	17,50	25,50	21,75	64,75	21,58
T4	11,75	15,25	12,25	39,25	13,08
T5	12,00	27,25	18,00	57,25	19,08
T6	17,50	21,00	19,50	58,00	19,33
T7	20,75	29,25	24,75	74,75	24,92
T8	21,25	22,25	19,25	62,75	20,92
T9	24,00	27,00	23,75	74,75	24,92
T10	17,63	17,00	18,50	53,13	17,71
T11	18,25	18,50	17,13	53,88	17,96
T12	22,13	13,25	22,58	57,95	19,32
TR	12,50	19,63	20,58	52,70	17,57
TM	20,78	22,75	11,95	55,48	18,49
Σ	258,78	304,05	262,53	825,35	275,12
x	18,48	21,72	18,75	58,95	19,65

AH-29/6/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	28,18	25,50	20,00	73,68	24,56
T2	25,43	34,25	19,75	79,43	26,48
T3	21,38	30,75	30,10	82,23	27,41
T4	13,75	19,25	15,25	48,25	16,08
T5	15,90	33,00	22,00	70,90	23,63
T6	20,18	32,15	24,78	77,10	25,70
T7	25,00	35,75	27,50	88,25	29,42
T8	25,25	25,00	24,25	74,50	24,83
T9	28,75	29,25	28,75	86,75	28,92
T10	20,50	20,55	21,83	62,88	20,96
T11	21,18	22,43	26,25	69,85	23,28
T12	25,00	18,33	25,75	69,08	23,03
TR	16,03	25,08	26,25	67,35	22,45
TM	24,75	31,50	14,00	70,25	23,42
Σ	311,25	382,78	326,45	1020,48	340,16
x	22,23	27,34	23,32	72,89	24,30

AH-14/7/2021	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	33,00	29,93	22,75	85,68	28,56
T2	27,38	37,88	21,00	86,25	28,75
T3	23,65	34,75	33,13	91,53	30,51
T4	19,00	22,50	18,25	59,75	19,92
T5	19,00	34,00	24,75	77,75	25,92
T6	23,25	34,00	27,50	84,75	28,25
T7	28,00	38,50	29,50	96,00	32,00
T8	28,50	29,25	27,23	84,98	28,33
T9	31,50	30,53	31,75	93,78	31,26
T10	24,50	22,50	25,50	72,50	24,17
T11	23,75	25,75	29,00	78,50	26,17
T12	26,13	21,75	29,25	77,13	25,71
TR	18,40	28,50	27,25	74,15	24,72
TM	25,45	34,50	17,75	77,70	25,90
Σ	351,50	424,33	364,60	1140,43	380,14
x	25,11	30,31	26,04	81,46	27,15

Porcentaje de mortalidad

	Repeticiones				
Tratamientos	I	II	III	Σ	x
T1	6,25	0,00	0,00	6,25	2,08
T2	12,50	18,75	6,25	37,50	12,50
T3	6,25	43,75	12,50	62,50	20,83
T4	0,00	6,25	6,25	12,50	4,17
T5	12,50	0,00	0,00	12,50	4,17
T6	6,25	12,50	12,50	31,25	10,42
T7	0,00	12,50	0,00	12,50	4,17
T8	0,00	0,00	12,50	12,50	4,17
T9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T10	0,00	12,50	0,00	12,50	4,17
T11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T12	0,00	6,25	6,25	12,50	4,17
TR	6,25	6,25	12,50	25,00	8,33
TM	0,00	6,25	6,25	12,50	4,17
Σ	50,00	125,00	75,00	250,00	83,33
x	3,57	8,93	5,36	17,86	5,95

Rendimiento

Tratamientos	Repeticiones			Σ	x
	I	II	III		
T1	4,90	4,85	5,00	14,75	4,92
T2	6,00	6,48	5,00	17,48	5,83
T3	6,50	7,81	6,90	21,21	7,07
T4	4,30	4,88	4,70	13,88	4,63
T5	5,70	5,26	5,70	16,66	5,55
T6	7,50	4,90	5,10	17,50	5,83
T7	3,50	5,70	5,01	14,21	4,74
T8	5,90	3,28	5,60	14,78	4,93
T9	7,20	6,50	4,86	18,56	6,19
T10	4,00	4,56	3,02	11,58	3,86
T11	4,90	3,30	5,40	13,60	4,53
T12	5,30	6,00	5,90	17,20	5,73
TR	2,95	3,90	3,90	10,75	3,58
TM	3,28	4,65	2,87	10,80	3,60
Σ	71,93	72,06	68,96	212,95	70,98
x	5,14	5,15	4,93	15,21	5,07

Anexo 8. Fotografías



Fotografía 1. Preparación del terreno



Fotografía 2. Enmiendas orgánicas



Fotografía 3. Implementación de las unidades experimentales



Fotografía 4. Incorporación de enmiendas orgánicas



Fotografía 5. Trasplante de plántulas a cada unidad experimental



Fotografía 6. Rotulado de cada tratamiento



Fotografía 7. Toma y registro de datos



Fotografía 8. Toma y registro de datos



Fotografía 9. Toma y registro de datos



Fotografía 10. Variedades de col para cosecha